

VŠB – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA METALURGIE A MATERIÁLOVÉHO INŽENÝRSTVÍ
KATEDRA MATERIÁLŮ A TECHNOLOGIÍ PRO AUTOMOBILY



Pravidla Shell Eco-marathonu

The Rule of the Shell Eco-marathon

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Radek Kopera
Vedoucí práce: Ing. Pavel Klaus, PhD.

2014

Poděkování

Velmi rád bych vyjádřil poděkování panu Ing. Pavlu Klausovi, PhD. za vedení bakalářské práce, za jeho podporu, rady, patřičné připomínky a trpělivost, za poskytnutí materiálů, bez kterých by tato práce nemohla vzniknout.

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Ostravě dne

Obsah

1.	ÚVOD	1
2.	Shrnutí současného stavu – PRAVIDLA SHELL ECO-MARATHONU	3
2.1.	Pravidla a organizace	3
2.1.1.	<i>Přijetí do soutěže</i>	3
2.1.2.	<i>Přihlášky</i>	3
2.1.3.	<i>Podmínky účasti</i>	4
2.1.4.	<i>Identifikace</i>	4
2.1.5.	<i>Dodržování kritérií</i>	5
2.1.6.	<i>Protesty</i>	5
2.1.7.	<i>Spory</i>	5
2.1.7.	<i>Sankce</i>	5
2.2.	Bezpečnost	6
2.2.1.	<i>Pravidla silničního provozu</i>	6
d)	<i>Přístup k soutěži</i>	6
e)	<i>Předjíždění</i>	6
f)	<i>Poruchy a mimořádné události</i>	7
g)	<i>Pohyb vozidel</i>	7
2.2.2.	<i>Řidič a jeho vybavení</i>	7
2.2.3.	<i>Bezpečnostní vybavení týmu</i>	7
2.3.	Soutěž	8
3.	NÁVRH POSTUPU TVORBY VOZIDLA	9
3.1.	Všeobecné	9
3.1.1	<i>Design vozidla</i>	9
3.1.2	<i>Konstrukce vozidla</i>	10
3.1.3	<i>Pohon, energetický systém, izolace</i>	11
3.1.4	<i>Viditelnost</i>	12
3.1.5	<i>Bezpečnostní pásy</i>	13
3.1.6	<i>Zpřístupnění vozidla</i>	14
3.1.7	<i>Klakson</i>	15
3.1.8	<i>Hasicí přístroje</i>	15
3.1.9	<i>Pozice řidiče</i>	16
3.1.10	<i>Spojky a převodovky</i>	16
3.1.11	<i>Výfuk</i>	17

3.1.12	<i>Hladina hluku</i>	18
3.1.13	<i>Nouzové zastavení</i>	18
3.1.14	<i>Dodatečné inspekce</i>	20
3.2.	<i>Prototyp</i>	21
3.2.1.	<i>Rozměry</i>	21
3.2.2.	<i>Pneumatiky, kola, nápravy a náboje kol</i>	22
3.2.3.	<i>Poloměr otáčení a řízení</i>	23
3.2.4.	<i>Brzdy</i>	24
3.3.	<i>Urban Concept</i>	26
3.3.1.	<i>Rozměry</i>	26
3.3.2.	<i>Karoserie</i>	27
3.3.3.	<i>Poloměr otáčení a řízení</i>	28
3.3.4.	<i>Kola</i>	28
3.3.5.	<i>Pneumatiky</i>	28
3.3.6.	<i>Světla</i>	28
3.3.7.	<i>Brzdy</i>	29
3.4.	<i>Zdroje energie</i>	29
3.4.1.	<i>Všeobecné</i>	29
3.4.2.	<i>Spalovací motory</i>	33
3.4.3.	<i>Elektrický pohon</i>	37
3.5.	<i>Ocenění, ceny</i>	43
3.5.1.	<i>Ceny</i>	44
4.	<i>VLASTNÍ NÁVRH</i>	49
	<i>Návrh vozidla:</i>	50
5.	<i>ZÁVĚR</i>	53
	<i>Seznam literatury, zdroje</i>	54
	<i>Seznam obrázků:</i>	58

ABSTRAKT

Bakalářská práce seznamuje s pravidly Shell Eco-marathonu. Práce je rozdělena do tří kapitol, které na sebe navzájem navazují. V první kapitole je shrnut současný stav této soutěže, jaké jsou její aktuální pravidla, organizace a bezpečnost. Druhá kapitola je zaměřena na to, jak správně navrhnout vozidlo typu Prototyp nebo UrbanConcept. V poslední kapitole se zabývám vlastním návrhem Prototypu vozidla. Cílem této práce je seznámit se s pravidly Shell Eco-marathonu tak, aby je mohli využít zájemci nebo týmy, které by se chtěly v budoucnu této inovativní a nejnáročnější ze všech studentských soutěží tohoto typu zúčastnit. Tato soutěž se pořádá každý rok v Evropě, Americe a Asii.

The thesis is concept, which familiarize oneself with the rules of Shell Eco-marathon. The work is divided into three chapters that follow each other. The first chapter is a summary of the current status of this competition, where are included the current rules, organization and safety. The second chapter deals with how to design a Prototype vehicle or Urban Concept. The last chapter deals with its own design Prototype vehicle. The aim of this thesis submitted the rules of Shell Eco-marathon. It could take advantage of the candidates or teams who would like be successful in the most difficult competition in the future innovation. The competition is held every year in Europe, America and Asia.

Klíčová slova:

Shell Eco-marathon, Prototyp, UrbanConcept

1. ÚVOD

Shell Eco-Marathon byl založen firmou Shell, která provozuje světoznámou síť čerpacích stanic. Hlavní myšlenkou závodu je vytvořit co nejúspornější a k životnímu prostředí co nejšetrnější automobil. V této soutěži se nezávodí na čas, ale o co nejnižší a nejekologičtější spotřebu.

Rekordů je možno dosáhnout jak s běžnými palivy, jako jsou benzin, nafta, etanol či zkapalněný plyn, tak i s alternativními palivy jako jsou vodík, bio paliva, solární články nebo elektřina. Vítězem závodu se stává tým, který ujede největší vzdálenost na 1 kWh nebo na 1 litr paliva.

První Shell Eco-Marathon se konal v roce 1939. První ročník vyhrál vůz, který na litr benzínu ujel 21 kilometrů, což odpovídá zhruba 4,7 litrům na sto kilometrů.

Od roku 1985 firma umožnila zúčastnit se maratonu i studentům vysokých škol. To celou soutěž posunulo výrazně dopředu, protože se do projektu úsporného vozidla postupně zapojily desítky univerzit a tisíce studentů i profesorů, kteří se snaží posunout hranice spotřeby paliva v jedinečných vozidlech, která si sami navrhují a postaví.

Studenti mohou do soutěže přihlásit dva různé typy vozidel: „Prototypy“ nebo tzv. „Urban Concept“. Prototypy jsou výsledkem kreativity a představivosti studentů a obvykle jsou navrženy jako aerodynamická vozidla s futuristickým designem. Vozidla „Urban Concept“ obvykle vypadají jako auta, která jsme zvyklí vidět na silnicích. Od roku 2003, kdy byla tato kategorie poprvé zavedena, roste její popularita exponenciálním tempem.

V rámci Eco-Marathonu padl v roce 2003 světový rekord v úspoře paliva. Dosáhl jej tým studentů francouzské univerzity Paula Sabatiera z Toulouse. Vozidlo s názvem PAC-Car II bylo poháněno vodíkem. Na ekvivalent jednoho litru benzínu ujelo toto vozidlo 3836 kilometrů, což odpovídá spotřebě 0,026 litru na sto kilometrů.

Shell Eco-marathon je jednou z nejvíce inovativních a nejnáročnějších studentských soutěží, která se pořádá každý rok v Evropě, Americe a Asii. Tento rok k nim přibude i africká/středovýchodní verze.

Zatímco v roce 1985 stálo na startu 25 týmů ze čtyř zemí, letos se do 30. ročníku přihlásilo 229 studentských týmů z 26 zemí. V Evropě se bude letos opět závodit v Nizozemí, v Rotterdamu od 15. do 18. května.

2. Shrnutí současného stavu – PRAVIDLA SHELL ECO-MARATHONU

Pravidla Shell Eco-marathonu 2014 se vztahují pro všechny týmy a jsou platná po celou dobu soutěže.

Shell Eco-marathon Europe 2014 se koná od 15. do 18. května 2014 v Rotterdamu.

2.1. Pravidla a organizace

Odpovědností každého zúčastněného týmu je seznámit se s Pravidly Shell Eco-marathon 2014, která jsou k dispozici na webu společnosti Shell (<http://www.shell.com>).[1]

Samotná soutěž má velice přísná kritéria a patří k ní mnoho příslušné dokumentace.

2.1.1. Přijetí do soutěže

Každý tým musí řádně vyplnit přihlášku a poslat ji organizátorům. Ti poté rozhodnou, které týmu budou přijaty do soutěže. Účastníci musí přijmout veškerá ustanovení podle současných oficiálních pravidel a souhlasit s dodržováním všech rozhodnutí učiněných organizátory Shell Eco-marathonu. Organizátoři si vyhrazují právo změnit současná pravidla, odložit nebo zrušit soutěž z různých důvodů, mezi které mohou patřit také nepříznivé povětrnostní podmínky nebo z obavy o nedostatečnou bezpečnost.

2.1.2. Přihlášky

V přihlášce musí být uveden manažer týmu, řidič a náhradní řidič. Vedoucí družstva je zodpovědný pouze za celé vozidlo a za jeho tým, musí rozumět a mluvit anglicky, řešit veškeré informace a být v kontaktu s organizátory soutěže. Každý tým v této soutěži musí zaplatit startovné. Řidič musí mít v den soutěže alespoň 16 let. Řidiči jsou vždy studenti.

2.1.3. Podmínky účasti

Všechna vozidla, která chtějí soutěžit, musí být v souladu s technickými a bezpečnostními pravidly akce. Během závodu jsou na jejich karoseriích umístěny závodní čísla soutěže, reklamy a loga firmy Shell, která musí být umístěna podle oficiálních pravidel.

2.1.4. Identifikace

Loga, oficiální partnerské stuhy a závodní čísla musí mít auta na karosérii pevně upevněny. Musí být viditelné pro veřejnost a jsou použity pro prezentaci na fotografiích i ve filmu tak, jak je vidět na **Obr. 1**. Na vozidle nebo v dokumentaci nesmí být později upravovány.



Obr. 1 - Identifikace závodního vozidla [1]

Rozměry jsou následující:

- Pro každou stranu a na přední části vozidla: logo Shell, 20 x 20 cm.
- Pro každou stranu a na přední části vozidla: závodní čísla, 20 x 26 cm.
- Po každé straně, na spodní části vozidla: partnerské stuhy, 90 x 6 cm.

Na všechny čtyři strany od loga Shell musí být volný prostor 10 cm. Všechny ostatní názvy sponzorů a jejich loga musí být menší než logo Shell. Nálepky sponzorů se musí vejít do celkové plochy 400 cm². V případě porušení tohoto pravidla si organizátoři vyhrazují právo jakékoliv jiné logo odstranit.

2.1.5. Dodržování kritérií

- a) Pouze vozidla, která budou splňovat současné oficiální pravidla, se mohou soutěže zúčastnit. Žádné vozidlo se nesmí pohybovat na trati, pokud to organizátoři nedovolí. Rozhodnutí organizátorů jsou konečná a týkají se všech záležitostí při návrhu a konstrukci vozidla a musí být v souladu s oficiálními pravidly.
- b) Organizátoři si vyhrazují právo odstoupit z procesu schvalování vozidla a vyhrazují si možnost další nebo podrobnější kontroly. Organizátoři musí být informováni o všech změnách týkajících se vozidla i po inspekci. Nedodržení těchto pravidel může vést k diskvalifikaci vozidla.
- c) Vozidla, která se nekvalifikovala do soutěže, mohou být prezentována dle uvážení technického ředitele.

2.1.6. Protesty

Manažer týmu je jedinou oprávněnou osobou k podání připomínek.

Na protesty musí být upozorněn technický ředitel a musí být podány v následujících časech:

- a) Vozidla: před uzavřením trati v aktuální den.
- b) Tým a chování řidiče: do 30 minut po ukončení jízdy.
- c) Výsledky: do 1 hodiny po zveřejnění výsledku.

2.1.7. Spory

V případě jakýchkoli sporů, jsou všechna rozhodnutí učiněná ředitelem závodu závazná a konečná.

2.1.7. Sankce

Organizátoři mohou vyloučit nebo jinak potrestat každého účastníka, který získal nespravedlivou výhodu v důsledku jakéhokoliv porušení oficiálních pravidel, překážel jiným účastníkům, nebo opomenul a uvedl zkreslené výkony a to zejména s ohledem na spotřebu paliva nebo způsobu pohonu.

Organizátoři mohou udělit následující sankce:

- 1. přestupek:** formální varování
- 2. přestupek:** nejlepší celkový výkon bude na konci soutěže zrušen
- 3. porušení:** okamžitá týmová diskvalifikace

2.2. Bezpečnost

Hlavním cílem je minimalizace rizika. Bezpečnost je základním požadavkem a pravidlem organizátorů soutěže a musí být závazná pro všechny účastníky. Všichni zúčastnění musí dodržovat bezpečnou jízdu, sportovní pravidla a dbát pokynů traťových komisařů. Organizátoři musí být informováni o každé anomálii. Pokud by hrozilo zvýšené nebezpečí, musí okamžitě opustit prostor soutěže. Za pravidla bezpečnosti je zodpovědný ředitel závodu, který musí přihlížet k povětrnostním podmínkám a k aktuálnímu počasí. Nedodržení některých pravidel může vést k diskvalifikaci ze soutěže.

2.2.1. Pravidla silničního provozu

a) Řízení vozidla

Vozidlo může řídit pouze registrovaný řidič nebo jeho náhradník. Řidiči mohou být kdykoli testováni z pravidel silničního provozu. Řidič musí dbát na bezpečnost a přizpůsobit se podmínkám provozu.

b) Řízení pod vlivem alkoholu

Je zakázáno řízení pod vlivem alkoholu nebo návykové látky. Řidiči i náhradní řidiči budou testováni. Jakékoliv porušení bude potrestáno (viz článek 1.1.8. Sankce).

c) Prezentace

Manažer týmu a registrovaní řidiči se musí každý den prezentovat. Neúčast manažera a řidiče by mohla celý tým diskvalifikovat v daný den ze soutěže.

d) Přístup k soutěži

Před startem musí vozidla projít bezpečnostní a technickou kontrolou. Organizátor má právo kdykoliv auto na trati zkontrolovat.

Je zakázáno před startem vozidlo roztlačovat a jezdit na zpátečku nebo v protisměru.

Komunikace je dovolena pouze s použitím hands-free.

e) Předjíždění

Při předjíždění jsou řidiči povinni dát předjíždějícím autům volný prostor. Předjížděný musí být předjíždějícím zřetelně upozorněn zvukovým signálem. Řidič je zodpovědný za bezpečnost, používá zrcátka a nesmí změnit kurz najednou. Je povoleno předjíždění zprava i zleva.

f) Poruchy a mimořádné události

Úmyslná zastavení jsou během závodu zakázána. Řidiči je povoleno znovu nastartovat auto do 30 sekund. V případě nehody musí řidič okamžitě odstavit vozidlo na kraj trati a vyčkat příchodu nebo příjezdu oprávněné osoby. V nutném případě musí řidič opustit auto a vyčkat na bezpečném místě. Opravy auta na trati během závodu jsou zakázané.

g) Pohyb vozidel

Všechna vozidla musí být zaparkovaná na určitém místě (tzv. paddock) nebo před ním. Zkušební jízdy v paddocku jsou zakázány. Na start musí být vozidla dopravena bez použití motoru, dotlačena nebo dotažena ručně členy týmu.

2.2.2. Řidič a jeho vybavení

Minimální hmotnost řidiče je u Prototypu 50 kg a u UrbanConceptu 70 kg. Pokud hmotnost řidiče nesplňuje minimální požadavky, musí být na vozidle pevně namontována zátěž, která musí být snadno oddělitelná, aby mohla být zvážená. Nářadí, ostré předměty nebo kapaliny nesmějí být použity jako zátěž. Tolerance je ± 1 kg.

Řidič musí mít přilbu splňující bezpečnostní kritéria. Nesmí mu zakrývat výhled a musí mu perfektně sedět.

Všichni řidiči by měli mít žáruvzdorný oděv. Jsou zakázány syntetické materiály. Jsou požadovány rukavice (plně pokrývající všechny prsty) a boty.

Pohodlí řidiče by mělo být přizpůsobeno přírodním podmínkám. Doporučen je dostatečný příjem tekutin, láhev s pitím musí být bezpečně ukotvena. Doporučuje se vybavit vozidlo vhodným větráním nebo chlazením interiéru vozidla a ochranou proti slunečnímu záření.

2.2.3. Bezpečnostní vybavení týmu

Členové týmu musí mít rukavice z kůže nebo přírodního materiálu, k údržbě vozu musí být rukavice z chemicky odolného materiálu.

Všichni členové týmu by měli mít ochranné brýle a chráněné uši. Tým musí mít vlastní nářadí k případným opravám. Musí mít k dispozici hasicí přístroj.

2.3. Soutěž

Vozidla Prototyp a UrbanConcept závodí na stejné trati, ale ne ve stejnou dobu. Na **Obr. 2** je start soutěžní dráhy.



Obr. 2 - Start soutěže Shell Eco-marathon [2]

Musí absolvovat 10 kol v maximálním čase 39 minut s průměrnou rychlostí 25km/hod. Délka dráhy (viz **Obr. 3**) je 16,117 km.



Obr. 3 - Soutěžní dráha v Rotterdamu [3]

Řidič, který řídí UrbanConcept, musí provést v každém kole jedno úplné zastavení. Místo bude označeno a je pod kontrolou komisaře trati. V případě nedodržení alespoň jednoho zastavení, bude pokus neplatný. Každý tým bude mít čtyři oficiální pokusy. Nejlepší výsledek bude zapsán v konečném vyhodnocení.

Oficiální výsledky soutěže budou zveřejněny na webových stránkách Shell Eco-marathonu ve středu 21. května 2014. [4]

3. NÁVRH POSTUPU TVORBY VOZIDLA

Při navrhování konstrukce a plánování vozidla musí celý tým dbát na dodržování všech aspektů bezpečnosti, tzn. bezpečnost řidiče, bezpečnost ostatních členů týmu a bezpečnost diváků.

3.1. Všeobecné

3.1.1 Design vozidla

Prototyp musí mít 3 nebo 4 kola, které v rámci normálních provozních podmínek musí být v nepřetržitém kontaktu s vozovkou.

UrbanConcept musí mít 4 kola, které musí být v nepřetržitém kontaktu s vozovkou.

Na **Obr. 4** jsou soutěžící vozidla – Prototyp a UrbanConcept.



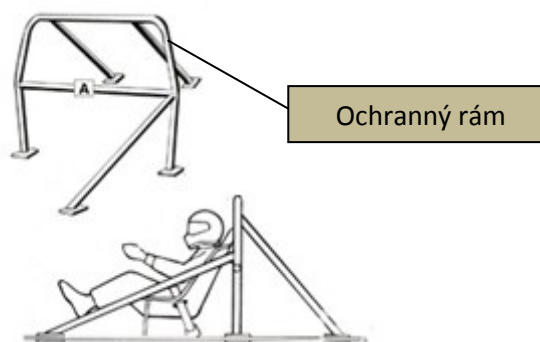
Obr. 4 - Prototyp a Urban Concept [5]

- a) Aerodynamické díly náchylné ke změně tvaru v důsledku povětrnostních podmínek jsou při pohybu auta zakázány.
- b) Vozidlo nesmí být náchylné ke změně tvaru vlivem větru a nesmí být nebezpečné pro ostatní členy týmu např. špičatá část karoserie. Všechny ostré hrany musí mít poloměr větší než 5 cm a měly by být vyrobeny z měkkého tvarovatelného materiálu.
- c) Interiér vozidla nesmí obsahovat žádné předměty, které by při nárazu mohly zranit řidiče.

- d) Okna nesmí být vyrobena z materiálu, který lze rozbít na ostré střepy. Doporučeným materiálem je např. polykarbonát typu Lexan.
- e) Kryt energetického prostoru (motor, palivová nádrž, převodovka, baterie apod.) by měl být snadno přístupný pro rychlou kontrolu.
- f) Všechny části hnacího ústrojí včetně palivové nádrže, systémových komponentů musí být zakryty.
- g) Všechny objekty ve vozidle musí být pevně uchyceny (není dovoleno použití elastického materiálu pro použití těžkých předmětů např. baterie).
- h) Všechna vozidla musí mít pevnou podlahu a rám, který zabraňuje přímému kontaktu s vozovkou. Od roku 2015 musí být všechna vozidla plně zakryta, otevřená horní část vozidla již nebude povolena. Nejsou přípustná vozidla, která vypadají jako jízdní kola, tříkolky nebo vozíky.

3.1.2 Konstrukce vozidla

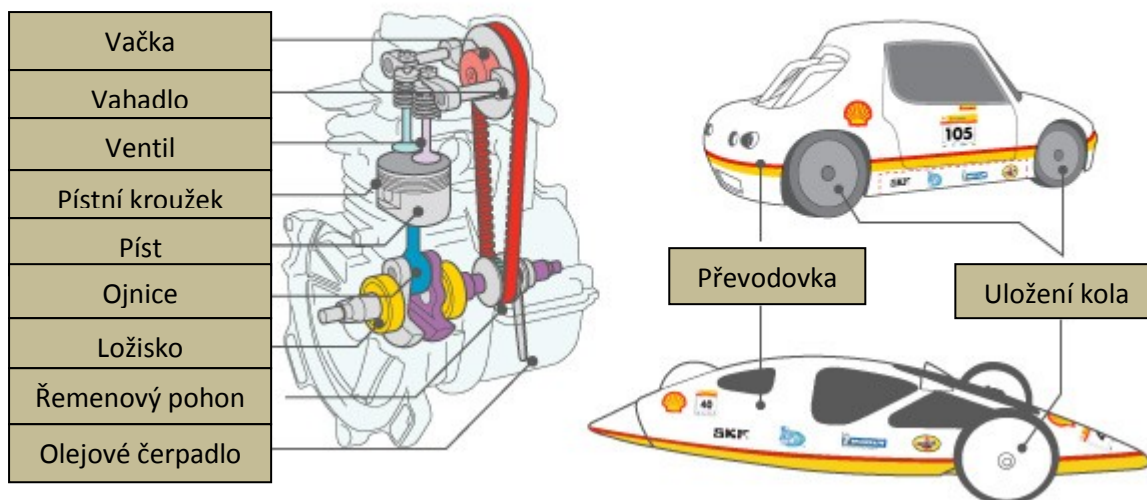
- a) Podvozek vozidla musí být navržen tak, aby byl dostatečně široký i dlouhý a mohl účinně chránit tělo řidiče v případě kolize. Organizátoři vylučují jakékoliv vozidlo, jehož konstrukce je považována za nebezpečnou.
- b) Podvozek musí být vybaven ochranným obloukem, který musí dosahovat 5cm k helmě řidiče pokud sedí v normální jízdní poloze se zafixovanými bezpečnostními pásy (viz **Obr. 5**). Pokud je v této pozici zhoršena viditelnost řidiče, je ochranný oblouk neadekvátní.
- c) Přípustné jsou trubkové nebo hranaté ocelové ochranné rámy. Pokud je použit trubkový ochranný rám, musí být vyroben z kovu. Rám musí oddělovat prostor kabiny řidiče od motorového prostoru.
- d) Každý rám musí být schopen odolat statickému zatížení 700N /70 kg (aplikovaném ve svislém, vodorovném nebo kolmém směru bez deformace) tj. v každém směru.



Obr. 5 - Ochranný rám a pozice řidiče [6]

3.1.3 Pohon, energetický systém, izolace

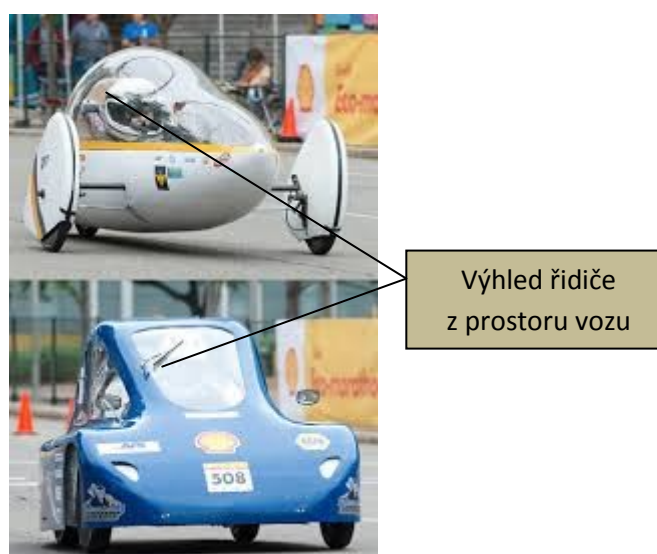
- a)** Motory (viz **Obr. 6**), palivové články, palivové nádrže, baterie, vodíkové láhve, kondenzátory atd., musí být umístěny mimo kabinu řidiče a odděleny trvalou přepážkou, která v případě úniku paliva nebo požáru, zabraňuje kapalinám, ohni a kouři a chrání řidiče. Mezery se doporučuje utěsnit hliníkovým plechem nebo hliníkovou páskou.
- b)** Tato přepážka musí být z materiálu zpomalujícího hoření.
- c)** V uzavřeném Prototypu a ve všech vozidlech UrbanConcept musí přepážky účinně utěsnit prostor řidiče od pohonu a od palivového systému.
- d)** V otevřeném Prototypu musí být přepážka alespoň 5 cm nad nejvyšším bodem pohonu a palivového systému nebo ramen řidiče - podle nejvyššího bodu.
- e)** Překážka odděluje prostor řidiče od přístupu k motoru.
- f)** Jestliže přepážkou procházejí dráty nebo kabely, je nezbytné, aby byly z ochranného materiálu a zabránilo se jejich poškození.



Obr. 6 - Motor vozidla [7]

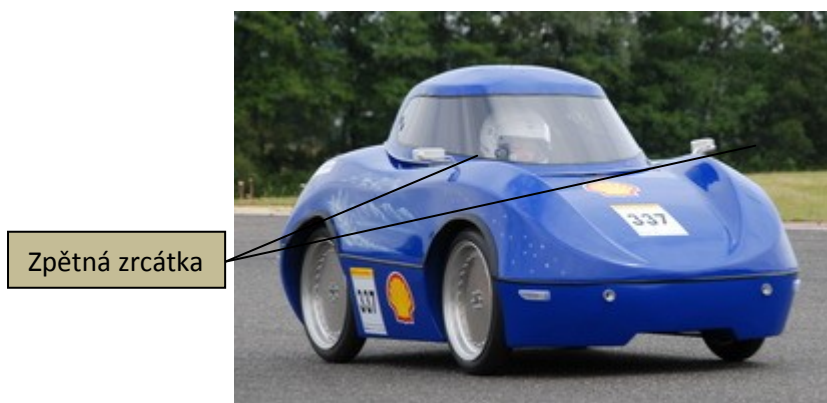
3.1.4 Viditelnost

- a) Řidič musí mít zajištěný plný výhled dopředu a 90° na každou stranu od podélné osy vozidla. Výhledu musí být dosaženo bez pomoci jakéhokoliv optického či elektronického zařízení např. zrcadla, periskopu, viz příklad výhledu na **Obr. 7**.



Obr. 7 - Příklad výhledu řidiče z prostoru vozidla [8]

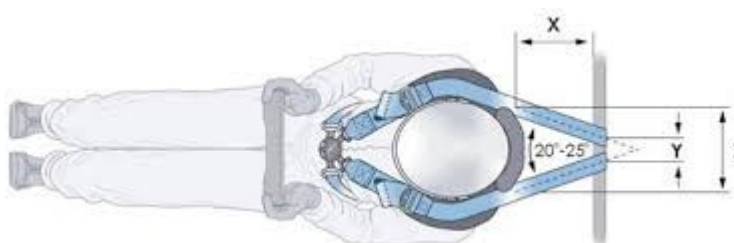
- b) Vozidlo musí být vybaveno zpětným zrcátkem (viz **Obr. 8**) na každé straně vozidla.
Každé musí mít min. plochu 25 cm² a nesmí být nahrazeno elektronickým přístrojem.
- c) Viditelnost bude kontrolovat technická inspekce.
- d) U vozidel UrbanConcept je povinná viditelnost i za deštivého počasí.



Obr. 8 - Viditelnost řidiče, zpětná zrcátka [9]

3.1.5 Bezpečnostní pásy

- a) Sedadlo řidiče musí být vybaveno účinnými bezpečnostními pásy, které musí být pevně upevněny k hlavní konstrukci vozidla.
- b) Bezpečnostní pásy musí zabránit pohybu trupu řidiče směrem dopředu nebo vzhůru
Obr. 9.
- c) Bezpečnostní pás musí být upevněn vždy, když je vozidlo v pohybu.
- d) UrbanConcept musí mít speciální bezpečnostní pásy v souladu s normami FIA (viz **Obr. 10**).



Obr. 9 - Bezpečnostní pásy pro řidiče [10]



Obr. 10 - Bezpečnostní pásy FIA [11]

3.1.6 Zpřístupnění vozidla

- a)** Řidič musí být schopen opustit vozidlo bez pomoci do 10 sekund.
- b)** Prototyp vozidla se zavřenou karoserií musí být vybaven dostatečně velkým otvorem pro kokpit. Místo řidiče musí být navrženo tak, aby se k řidiči v případě potřeby dostaly záchranné složky.
- c)** U Prototypu může být karoserie zcela uzavřena za předpokladu, že spouštěcí mechanismus je snadno ovladatelný zevnitř a otevření zvenčí je zřetelně označeno červenou šipkou a k otevření nemusí být použito nářadí.
- d)** UrbanConcept musí mít mechanismus snadno ovladatelný z vnitřní i vnější strany vozidla. Otevírání z venkovní části musí být zřetelně označeno červenou šipkou a nesmí vyžadovat žádné nástroje.
- e)** Pro uzavření venkovní části je zakázáno použít lepicí pásku.

3.1.7 Klakson

- a) Každé vozidlo musí být vybaveno elektrickým klaksonem **Obr. 11**, namontovaném v přední části vozidla. Musí být slyšitelné dalšími vozidly a musí vydávat zvuk vyšší než 85dB při měření 4m od vozidla.
- b) Výška tónu klaksonu musí být větší než 420 Hz.



Obr. 11 - Elektrický klakson [12]

3.1.8 Hasicí přístroje

- a) Každé vozidlo musí být vybaveno hasicím přístrojem (typu ABC nebo BC) **Obr. 12**. Všichni řidiči musí být vyškoleni v používání uvedeného hasicího přístroje. Tento přístroj musí mít minimálně 1kg a mít odpovídající velikost. Musí být opatřen certifikátem platnosti, číslem výrobce s datem výroby a dobou trvanlivostí.
- b) Hasicí přístroje by měly být umístěny v motorovém prostoru a musí být snadno uvolnitelné a připravené k okamžitému použití. Spouštěcí zařízení musí být umístěno v prostoru pro posádku a musí být ovladatelné pomocí ovladače v jízdní poloze.
- c) Ruční hasicí přístroje musí být umístěny v prostoru pro posádku. Měly by být pevně uchyceny, aby se zabránilo jejich pohybu při jízdě / brzdění. V případě požáru by řidič měl nejprve opustit vozidlo, a pokud je to možné, pokusit se uhasit požár.



Obr. 12 - Hasicí přístroj práškový typu ABC [13]

3.1.9 Pozice řidiče

Řidič musí být v pozici, kdy nic neovlivňuje jeho řidičské schopnosti a má za všech okolností zajištěnou viditelnost.



Obr. 13 - Pozice řidiče [14]

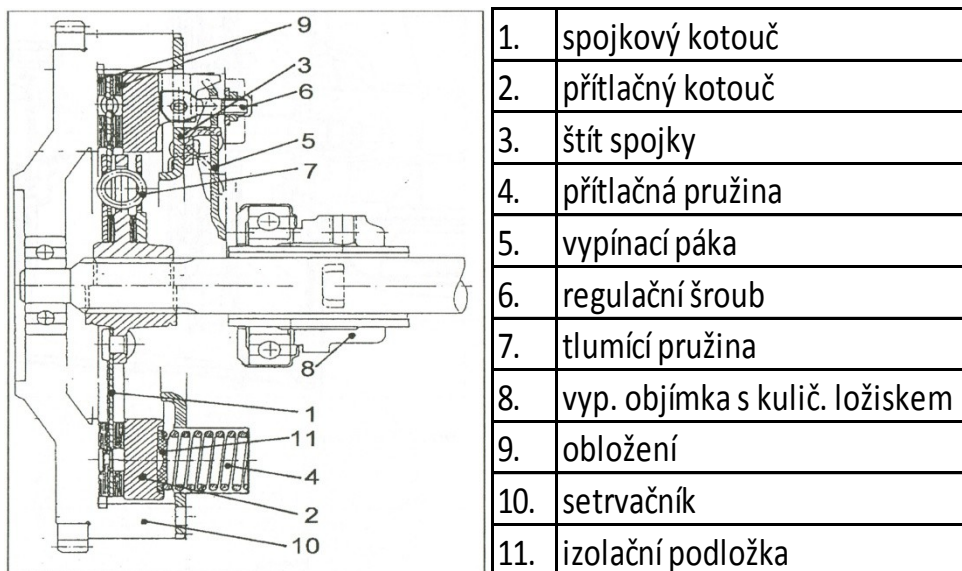
3.1.10 Spojky a převodovky

- a) Všechna vozidla se spalovacími motory musí být vybaveny spojkou.

Spojka přenáší točivý moment motoru na další části převodového ústrojí. Klasické provedení suché jednokotoučové spojky je naznačeno na Obr. 14. [15]

- b) U odstředivých/ automatických spojek musí být otáčky motoru při startování vždy nižší než je rychlost záběru spojky.
- c) UrbanConcept musí mít schopnost „volnoběhu“, vozidlo musí zůstat v klidu s nastartovaným motorem.

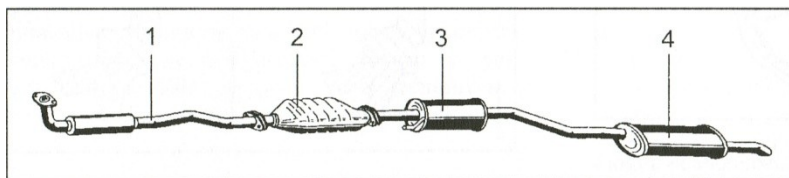
- d) U manuální spojky je startér nefunkční se spojenou spojkou. Blokování je požadováno, aby se usnadnila tato funkce. U elektrického spouštění nesmí být při startování spojka v záběru.
- e) Je povinná instalace chrániče převodového řemene.



Obr. 14 - Kotoučová suchá spojka [15]

3.1.11 Výfuk

- a) Výfukové plyny musí být odvedeny mimo karosérii.
- b) Výfukové potrubí nesmí přesahovat zadní část karoserie vozidla.
- c) U všech vozidel se očekává, že jsou v souladu s rozumnými ekologickými normami, např. je eliminováno množství kouře a zápachu.
- d) Všechny výfukové díly musí být vyrobeny z kovu.

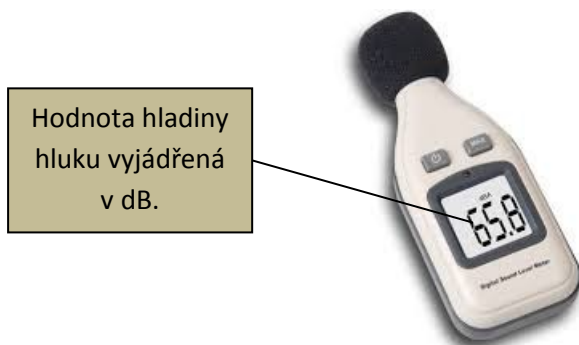


Obr. 15 - Výfukový systém: [16]

- 1 - přední výfukové potrubí, 2 - katalyzátor, 3 - předřazený tlumič hluku,
4 - zadní tlumič hluku s koncovým potrubím

3.1.12 Hladina hluku

Hladina akustického hluku vozidla nesmí přesáhnout 90 dB při měření 4 m od vozidla. Maximální hladiny akustického hluku budou měřeny a zaznamenávány na startovní čáře. Tým, který přesáhne přípustnou úroveň, bude požádán o nápravu v přiměřené lhůtě. Na **Obr. 16** je na měřiči hluku změřeno 65,8 dB hluku.



Obr. 16 - Měřič hluku [17]

3.1.13 Nouzové zastavení

Účelem nouzového systému je vypnutí pohonného systému vozidla. Různé druhy pohonných systémů vyžadují různá opatření:

- a) Zážehové motory (benzin, etanol) vyžadují vypnutí zapalování. Není nutné izolovat baterie a příslušenství.
- b) Vznětové motory (diesel, GTL) vyžadují, aby mechanismus nouzového vypnutí vypnul přívod paliva nebo proudění vzduchu. Není nutné izolovat baterie a příslušenství.
- c) Baterie u elektrických vozidel musí mít nouzový vypínací mechanismus a poskytovat fyzickou izolaci pohonného akumulátoru z elektrické soustavy vozidla. Pokud jsou použity relé, musí mít otevřený typ kontaktu. Použití napájení regulátoru nebo jiných logických systémů řídicí oddělovací zařízení, není dovoleno. Není nutné izolovat baterie a příslušenství.

d) V případě vodíkových vozidel:

- Napájecí obvod vodíku musí být vybaven elektromagnetickým nouzovým vypínáním ventilu. Tento ventil musí být zpravidla uzavřen za nepřítomnosti elektrické energie.
- Napájení motoru musí být automaticky zastaveno ve stejnou dobu, kdy se aktivuje nouzové vypnutí ventilu. To by mělo být dosaženo vhodným relé.
- Tento ventil a relé musí být aktivován v těchto případech:
 - Prostřednictvím detekce vodíku
 - Prostřednictvím nouzového tlačítka, které se nachází na vnější straně vozidla. Červená šipka (na bílém pozadí) alespoň 10 cm dlouhá a 3 cm široká, musí být umístěna na karoserii vozidla a musí být jasně označeno místo nouzového tlačítka.
 - Prostřednictvím dalšího nouzového tlačítka, přístupného řidiči v jízdní poloze.
 - V případě aktivace jednoho z těchto tří možností, ventil a relé musí fungovat současně.
 - Tyto možnosti budou testovány během technické přejímky a před každým pokusem.

e) Musí mít vnitřní i vnější vypínací mechanismus.

- Vnitřní nouzový vypínací mechanismus je určen pro řidiče a může být navržen jakýmkoliv efektivním způsobem.
- Vnější havarijní vypínací mechanismus musí být v zadní části vozidla a trvale nainstalován na neoddělitelné části karoserie.
- Červená šipka (na bílém pozadí) je alespoň 10 cm dlouhá a 3 cm široká a musí být umístěna v nejširším místě na karoserii vozidla, zřetelná pro vnější vypnutí nouzového pohonu.

f) Vnější nouzové vypínací mechanismy by měly být použity pro následující typy pohonů:

- Zážehové motory (benzin, etanol) - přidržením červeného tlačítka Push (viz **Obr. 17**).
- Vznětové motory (diesel, GTL) - přidržením červeného tlačítka Push nebo zatažením červené páčky.
- Elektrické baterie - červeným tlačítkem.
- Vozidla s vodíkovými palivovými články – červeným tlačítkem Push.



Obr. 17 - Tlačítko nouzového vypnutí [18]

3.1.14 Dodatečné inspekce

- a)** Po každém významném zásahu do vozidla (mimořádná událost, změna motoru, výměna součástí apod.), musí být znovu zkontrolováno.
- b)** Organizátor může kdykoli provádět neohlášené inspekce na vozidlech.

3.2. Prototyp

Na **Obr. 18** je Prototyp, který se zúčastnil závodu Eco-Shell marathon.

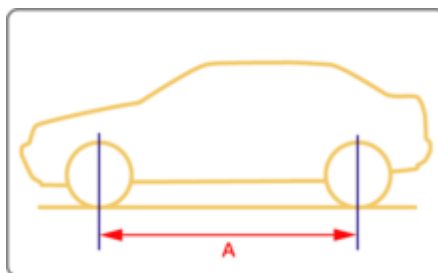


Obr. 18 – Prototyp [19]

3.2.1. Rozměry

- a) Maximální výška vozidla musí být menší než 100 cm.
- b) Rozchod vozidla musí být nejméně 50 cm, měřeno mezi středobodem, kde se pneumatiky vzdálenějších kol dotýkají země.
- c) Poměr maximální výšky vydělen rozchodem musí být menší než 1,25.
- d) Rozvor vozidla musí být nejméně 100 cm.

*Rozvor je parametr vozidel označující vzdálenost předních a zadních kol [20] **Obr. 19.***



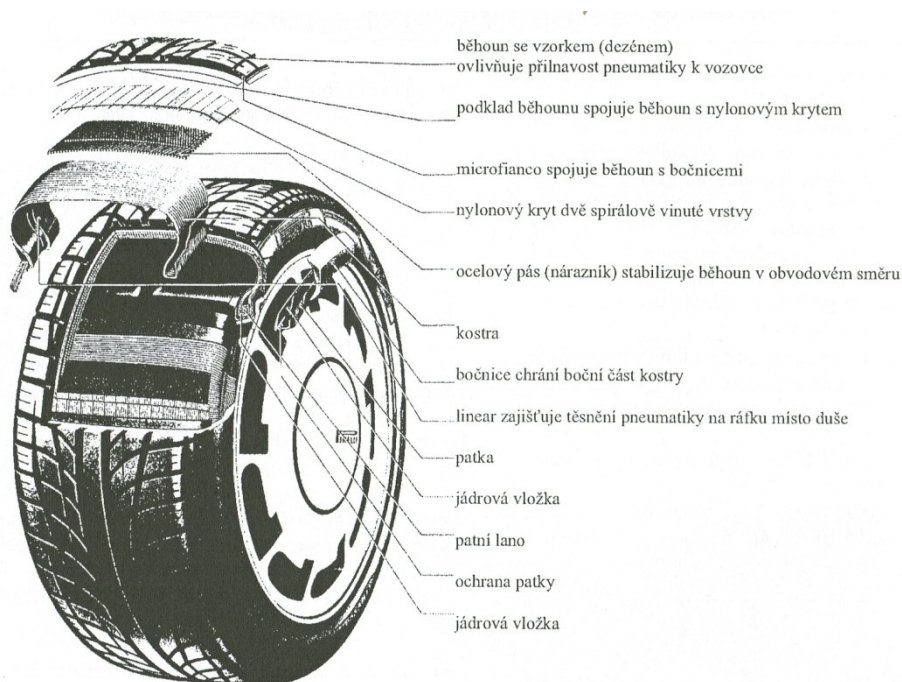
Obr. 19 - Rozvor [20]

- e) Maximální celková šířka vozidla nesmí přesáhnout 130 cm.
- f) Maximální celková délka nesmí přesáhnout 350 cm.
- g) Maximální hmotnost vozidla, bez ovladače je 140 kg.

3.2.2. Pneumatiky, kola, nápravy a náboje kol

Kolo s pneumatikou je spojovacím článkem mezi vozidlem a vozovkou. Jsou důležitým činitelem v pružící soustavě vozidla z hlediska zvětšení jízdního pohodlí a bezpečnosti jízdy. Vozidlová kola se sestávají ze dvou částí: z pneumatik a kola. Hlavní části pneumatiky jsou na Obr. 20. [21]

- a) Jsou povoleny všechny druhy pneumatik a disků.
- b) Mohou být použity jakékoliv typy ráfku. Ráfky musí být v souladu s rozměry vybraných pneumatik tak, aby byly splněny bezpečnostní normy.
- c) Jestliže jsou kola umístěné uvnitř karoserie vozidla, musí být od řidiče oddělena přepážkou.
- d) Všechna zařízení musí být instalována tak, aby se kola nedotýkala s jinými částmi vozu, které musí být bezpečně namontovány, aby nedošlo k nehodě.



Obr. 20 - Hlavní části pneumatiky [21]

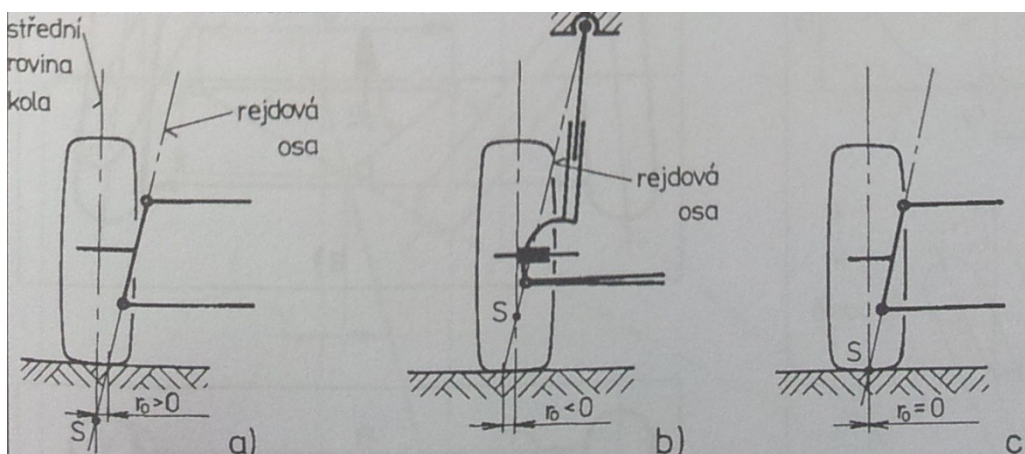
3.2.3. Poloměr otáčení a řízení

- a) Řízení předních i zadních kol je povoleno. Používá-li řidič k řízení zadní kola, měl by být neustále informován o jejich aktuální poloze. Pokud organizátoři nejsou spokojeni s účinností řízení nebo ovládáním vozidla, bude toto vozidlo ze soutěže diskvalifikováno.

Rostoucí popularita řízení vozidla pomocí zadních kol vedla ke zvýšení nehod, konkrétně převrácení vozidla na trati. V zájmu bezpečnosti jsou týmy vybízeny k tomu, aby k řízení využívaly přední kola. Od roku 2015 mohou jezdit jen vozidla řízená předními koly.

- b) Poloměr otáčení (rejdu) musí být dostatečný pro bezpečné předjíždění.

Poloměr rejdu je vzdálenost mezi průsečíkem rejdové osy s rovinou vozovky a středem styku pneumatiky, promítnutá do roviny rovnoběžné s příčnou rovinou vozidla. [22]



Obr. 21 - Typy poloměru rejdu [22]

Vnější kola vozidla musí být schopna sledovat půlkruh o poloměru 8 m/10 m v obou směrech.

Od roku 2015 bude v Evropě povolen pouze poloměr minimálního otáčení na 8m.

- c) Elektricky ovládané nepřímé systémy řízení jsou povoleny jen za předpokladu, že jsou ovládány na volantu nebo otočným potenciometrem, ovládání joystickem není

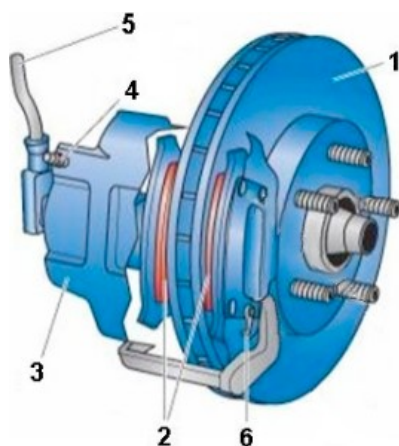
povoleno. Pokud jsou použity elektronické systémy řízení, pak v případě puštění volantu řidičem nebo elektrické poruchy, mělo by se vrátit vozidlo do přímé polohy.

3.2.4. Brzdy

- a) Vozidla musí být vybavena dvěma na sobě nezávislými brzdami nebo brzdovými systémy.
- b) Brzdy na předních kolech jsou jiné než na zadních kolech. Je povoleno používat buď brzdové třmeny u kotoučových brzd, nebo brzdové čelisti u bubnových brzd. V rámci nápravy musí být použit jeden typ brzd, nikoliv kombinace! Každé kolo musí mít svou brzdu. Brzdy musí mít stejný (vyvážený) chod na každé nápravě.
- c) Zadní systém musí fungovat na každém kole, pokud jsou kola spojena společnou hřídelí.
- d) Musí být možné aktivovat dva systémy současně. Doporučuje se nožní ovládání.
- e) Účinnost brzdových systémů bude testována při kontrole vozidla. Vozidlo se umístí na svah s 20 % převýšením s řidičem uvnitř. Brzdy se aktivují vždy jednotlivě v pořadí. Brzdový systém musí udržet stojící vozidlo.
- f) Je doporučeno použití hydraulicky ovládaného brzdového systému. Brzdové systémy ovládané lankem jsou povoleny, pokud jsou účinné a projdou testovací zkouškou.

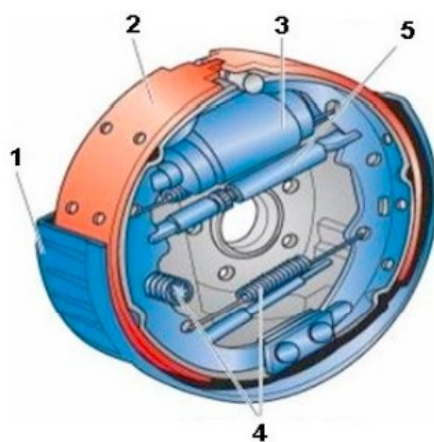
Brzdový systém tvoří všechny prvky montované do vozidla, jejichž funkcí je snížení rychlosti pohybujícího se vozidla nebo jeho zastavení nebo zajištění již stojícího vozidla.[23]
Nejčastější je použití těchto dvou druhů brzd:

- a) kotoučová brzda - **Obr. 22**
- b) bubnová brzda - **Obr. 23**



Obr. 22 - Kotoučová brzda [24] :

1 – kotouč, 2 – brzdové destičky, 3 – třmen, 4 – odvzdušňovací ventil, 5 – brzdová hadička, 6 – senzor opotřebení



Obr. 23 - Bubnová brzda [25]:

1 – čelisti, 2 – brzdový buben, 3 – pružina, 4 – hydraulický válec s pístem, 5 – rozpěrná páka

3.3. Urban Concept

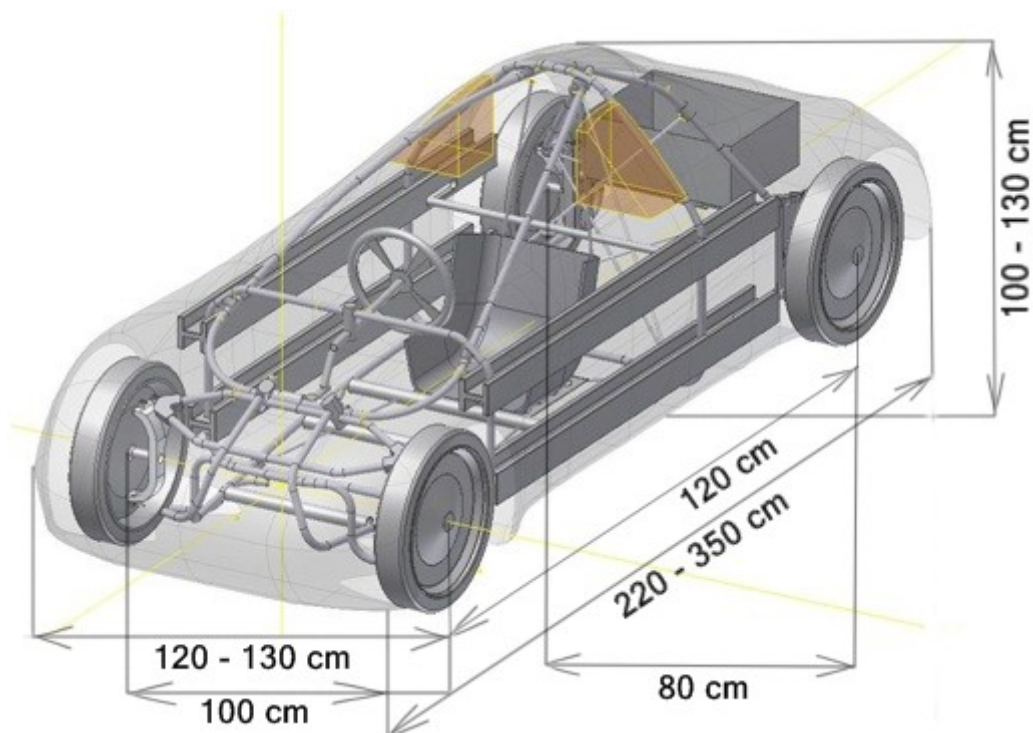
Pod názvem "Urban Concept" nabízí Shell příležitost navrhnout a postavit vozidlo, co nejúspornější na spotřebu paliva, které je podobné vzhledu dnešním typům osobních automobilů, jak lze vidět na **Obr. 24**. Požadavkem pro tuto skupinu je, že soutěžní vozidla musí být opatřena "Stop and Go" jízdou.



Obr. 24 - Vozidlo typu Urban Concept [26]

3.3.1. Rozměry

- a) Celková výška vozidla musí být mezi 100 cm a 130 cm.
- b) Celková šířka musí být mezi 120 cm a 130 cm.
- c) Celková délka vozidla musí být mezi 220 cm a 350 cm.
- d) Šířka musí být nejméně 100 cm pro přední nápravu a 80 cm pro zadní nápravu, měřeno mezi středy, kde se pneumatiky dotýkají země.
- e) Rozvor musí být nejméně 120 cm.
- f) Kabina řidiče musí mít minimální výšku 88 cm a šířku nejméně 70 cm.
- g) Maximální hmotnost vozidla 205 kg.



Obr. 25 - Rozměry UrbanConcept [27]

3.3.2. Karoserie

- a) Týmy musí předložit technické výkresy, fotografie konstrukce vozidla organizátorům ke schválení.
- b) Karoserie musí pokrývat všechny mechanické části vozidla při pohledu zepředu, zezadu, po stranách nebo shora. Kola a jejich zavěšení musí být plně zakryta až ke středové ose. Kryt kol je nedílnou součástí karoserie vozidla.
- c) Je zakázáno používat jakékoliv komerčně dostupné části karoserie na vozidle.
- d) Vstup do vozidla musí být snadný a praktický jako mají obvykle běžné typy osobních automobilů. Dveře musí mít minimální rozměr 500 x 800 mm, obdélníkový tvar ve svislém směru.
- e) Jakékoliv otvírání mechanismů musí být pevně připevněno ke karoserii vozidla. Lepicí páska a suchý zip nejsou povoleny.
- f) Vozidlo musí mít střechu nad kabinou řidiče.
- g) Čelní sklo musí mít účinné stěrače.
- h) Snadno přístupný zavazadlový prostor.

3.3.3. Poloměr otáčení a řízení

- a) Vozidlo se řídí za použití volantu.
- b) Řídící tyče, kultivátory, joysticky nebo elektrické systémy nejsou dovoleny.
- c) Poloměr otáčení vozidla musí být menší, než 6 metrů. Poloměr otáčení je vzdálenost mezi středem kružnice a vnějším kolem vozidla. Vnější kola vozidla musí být schopna sledovat 90° oblouk o poloměru 6 metrů v obou směrech.
- d) Inspektoři budou ověřovat, zda je řízení přesné a bez nadměrné vůle.

3.3.4. Kola

- a) Ráfky musí být v rozmezí 13 až 17 palců.
- b) Kola umístěné uvnitř karoserie vozidla nesmí být přístupné řidiči. Jakákoliv manipulace s koly je zakázána od okamžiku, kdy vozidlo dorazí ke startovní čáře, až do doby, dokud cílovou čáru nepřekročí.

3.3.5. Pneumatiky

Výběr pneumatik je podle typu a velikosti ráfků, musí mít minimálně 1,6 mm.

3.3.6. Světla

Vozidlo musí mít:

- a) dva přední světlomety
- b) dva přední ukazatele směru
- c) dva zadní ukazatele směru
- d) dvě červené brzdové světla v zadní části
- e) dvě červená zadní světla (lze kombinovat s brzdovými světly)
- f) Střed každého světlometu musí být umístěn ve stejné vzdálenosti a nejméně 30 cm od podélné osy vozidla.

3.3.7. Brzdy

- a) Vozidlo musí mít brzdovou soustavu se čtyřmi kotoučovými hydraulickými brzdami s brzdovým pedálem, který má minimální plochu 25 cm².
- b) Brzdy musí fungovat nezávisle na přední a zadní nápravě, nebo v X vzorem (tj. pravé přední kolo s levým zadním kolem a levé přední kolo s pravým zadním kolem).
- c) Jeden brzdový válec může být použit za předpokladu, že má v sobě integrované dva nezávislé okruhy (tj. dva písty a nádobku brzdové kapaliny, kde jsou odděleny jednotlivé brzdové okruhy přepážkou).
- d) Účinnost brzdového systému je testována při kontrole vozidla.

3.4. Zdroje energie

3.4.1. Všeobecné

A. Druhy energie

Dopravní prostředky mohou používat pouze jednu z těchto energií:

- a) Spalovací:
 - Shell bezolovnatý 95
 - Ethanol E100 (100% ethanol)
 - Shell plyn (100% GTL)
- b) Elektromobily:
 - Vodík
 - Akumulátory

B. Výsledky a výpočty

- a) Všechny výsledky lze sledovat v průběhu soutěže, ale jsou prozatímní, dokud nejsou ověřené pořadatelem a vydané po skončení akce do 3 dnů.
- b) Výsledky pro spalovací kategorii jsou vyjádřeny v km/l (při použití bezolovnatého benzínu Shell FuelSave 95 při teplotě 15 stupňů.
- c) Bez ohledu na použití paliva se pořadí bude určovat z ekvivalentní spotřeby Shell FuelSave 95. Tento výpočet se provádí pomocí výhřevnosti (NCV), kdy se bere na

zřetel množství uvolněné energie na jednotku hmotnosti nebo objemu paliva při dokonalém spalování při vyloučení páry a oxidu uhličitého.

- d)** Typické hodnoty výhřevnosti NCV pro různá paliva jsou uvedeny v následující tabulce. Hodnota výhřevnosti při 15°C se vypočítá v den soutěže, vynásobením skutečného hmotnostního základu na bázi výhřevnosti podle hustoty paliva.

Palivo	Výhřevnost (kJ/kg)
Shell FuelSave bezolovnatý 95 (Evropa, Asie)	42,900
Shell FuelSave Diesel (Evropa)	42,600
Etanol E 100	26,900
Plyn	44,00
Vodík	119,930

Úsporné palivo Shell FuelSave Natural 95 pomáhá zlepšovat účinnost motoru, což vede k úspoře paliva, a to za cenu standardních paliv.

Složení Shell FuelSave Natural 95 je obohacené o technologii SEI (Shell Efficiency Improver). Nové složení aditiv společně s novou technologií SEI (Shell Efficiency Improver) pomáhá mazat motor v místech, kam se běžný motorový olej nedostane. To umožňuje částem motoru pohybovat se volněji a výsledkem je přenos větší energie z paliva pro pohon kol.[28]

- e)** Při použití vodíkových palivových článků a elektrických baterií bude vyjádřeno v km/KWh.
- f)** Vozidla s palivovými články budou používat průtokoměr pro měření spotřebovaného H₂ (vodíku). U elektrických vozidel budou hodnoty vyjádřeny jednotce Joule [J], [1 J = 2,778.10⁻⁷ kWh].
- g)** Hodnoty hybridních vozidel budou vyjádřeny na základě využití primární energie.

C. Zásobování pohonnými látkami

Jsou povoleny jen výše uvedeny zdroje pohánění. Do paliva nemohou být přidány žádné přísady, (kromě katalyzátoru, vstřikování vody nebo odpadního paliva).

D. Motorové oleje

Motorové oleje jsou zajištěny organizátory závodu.

E. Elektrické zařízení ve vozidle

- a) Z bezpečnostních důvodů může být elektrické napětí maximálně 48-60 V v jednom vozidle (např. palubní baterie, externí baterie, kondenzátor, solární články apod.)
- b) Pro všechna vozidla je povolena pouze jedna baterie. U vozidel ICE a vodíkových palivových článků je baterie součástí příslušenství, u elektrických vozidel je součástí pohonného akumulátoru. Elektrická vozidla smějí mít pohonný akumulátor a baterii jako příslušenství.
- c) Všechny baterie a kondenzátory musí být chráněny proti zkratu. Ochrana může být ve formě pojistky, nebo jističe. Ochrana proti zkratu musí být umístěna co nejbližší baterii. Musí být také chráněny všechny elektrické obvody před elektrickým přetížením.
- d) Baterie je využita pro elektrické potřeby vozidla, jako jsou bezpečnostní zařízení (klakson, stěrače, světla, vodíkové senzory), dále zapalování, vstřikování paliva, chlazení ventilátoru. U vozidel se spalovacím motorem může být baterie použita při řízení motoru. Kapacita baterie musí být dostatečná pro napájení a musí mít dostatečnou bezpečnostní rezervu. Baterie nesmí být použita pro napájení kompresorů, dmychadel, systémového chlazení motoru nebo regulátoru pohonu.
- e) Organizátoři si vyhrazují právo instalovat Joule metr viz **Obr. 26**, který je určen pro měření poskytované energie. Pokud by toto množství energie překračovalo výkon potřebný k provozu vozidla, soutěžící bude diskvalifikován.



Obr. 26 - Joule metr [29]

Baterie a její příslušenství musí být instalováno mimo kabinu řidiče. Zařízení typu rádio, GPS a ventilátor nesmí být z baterie napájeno. Všechny elektrické uzávěry a kryt baterie musí být vyrobeny z průhledného materiálu, aby mohli techničtí inspektoři vidět obsah.

F. Technická dokumentace

a) Soutěžící musí poskytnout organizátorům přesný technický popis palivového systému vozidla a elektrického obvodu. Tato dokumentace slouží k ověření, že tým pochopil pravidla. Předložení této dokumentace ještě neznamená, že tým prohlídkou prošel.

b) Dokumentace musí obsahovat:

- Před samotnou soutěží musí soutěžící on-line předložit dokumentaci o napájení vozidla a elektrickém systému.
- Spalovací vozidla musí obsahovat:
 1. Popis a přesný výkres palivového systému včetně všech komponentů jako jsou tlakové láhve, pojistné ventily, měřidla vzduchu, palivové nádrže, karburátory, vstřikovače paliva, plovákové komory, mechanická čerpadla atd.
 2. Přesný popis spojky (startér nesmí být propojen se spojkou).
 - U všech vozidel může být dokumentace elektrických systému ve formě jednoho nebo více blokových diagramů. Schéma elektrického zapojení obsahuje následující kroky:
 1. Ve schématu vozidla musí být znázorněny všechny hlavní komponenty jako jsou baterie, superkondenzátory, pojistky a jističe, světla, alternátory, klakson, startér motoru. Pro elektrické vozidlo zahrnuje také komponenty typu palivových článků, regulátorů, solárních článků, Joule metrů apod.
 2. Komponenty napětí, proudu a výkonu.
 3. Umístění a hodnoty všech ochranných obvodových prvků.
 4. Ilustrace systému nouzového zastavení a přítomnost vnějších i vnitřních havarijních spínačů v elektrickém obvodu.
 5. Popis všech baterií a superkondenzátorů, které jsou použity v systému včetně typu napětí a kapacity (mAh).

c) Doplnující technická dokumentace na vyžádání inspekce:

- Soutěžící musí mít k dispozici dokumentaci, kterou musí na vyžádání inspekce předložit. Musí ji mít předem připravenou.
- Všechna vozidla, která využívají baterii Lithium-Iontovou, musí mít písemnou dokumentaci o provozu BMS (Battery management systém).
- U všech elektricky poháněných vozidel musí být písemná dokumentace o provozu BMS. Elektricky poháněná vozidla musí mít ještě další technickou dokumentaci, kde je uveden: typ baterie a její kapacita [mAh], napětí [U], regulátory motoru a napětí, list s údaji o napětí a hodnocení, PV regulátor.

3.4.2. Spalovací motory

A. Pohonné systémy

Druhy spalovacích motorů nejsou omezeny, musí však jezdit pouze na palivo dodané pořadatelem a nesmí spotřebovávat motorový olej (motorový olej nesmí prosakovat přes pístní kroužky do spalovací komory). Dvoutaktní motory nejsou povoleny.

B. Ostatní zdroje energie

- a) U všech kategorií paliv, elektrické nebo pneumatické energie není nahrazen v průběhu soutěže motor, může být použitý pouze vlastní startér, zapalování, vstřikovací trysky, přístrojové vybavení, trubení a elektronicky řídicí systémy.
- b) Palivová čerpadla jsou povolena pro všechna paliva za předpokladu, že jsou mechanicky poháněna pouze motorem.
- c) Je povolena komprese palivových nádrží, aby se dodalo palivo motoru, pouze za následujících podmínek:
 - Udržování tlaku se provádí prostřednictvím průsvitné láhve se stlačeným vzduchem vybavené pojistným ventilem nastaveným na maximální tlak 5 bar - nebo nižší provozní tlak systému vozidla.
 - Systém musí zahrnovat standardní ventilek, který je používán pro pneumatiky automobilů, aby bylo možné ověřit nastavení tlaku na pojistném ventilu.
 - Komprese se provádí v prostoru startu pomocí vzduchové pumpy.
 - Řidič nesmí upravovat tlak v průběhu soutěže.
- d) Pomocné zdroje energie (chemické, latentní energie z fázových změn, atd.) nejsou povoleny.
- e) Teplota motoru je regulována prostřednictvím chladicího systému, použitím destilované vody jako chladiva. Externí regulace teploty motoru je omezena na 100 ° C.
- f) Je zakázáno používat baterii k pohánění elektrického čerpadla nebo k cirkulaci oleje v motoru. Výjimkou jsou případy, kdy je toto čerpadlo použito pouze k nastartování motoru.

C. Palivové nádrže (s výjimkou vodíku)

- a) Vozidlo musí být vybaveno pouze jednou z následujících schválených palivových nádrží, dodanou pořadatelem:
- b) Kapacita nádrže: Prototyp: 30, 100 nebo 250 ml

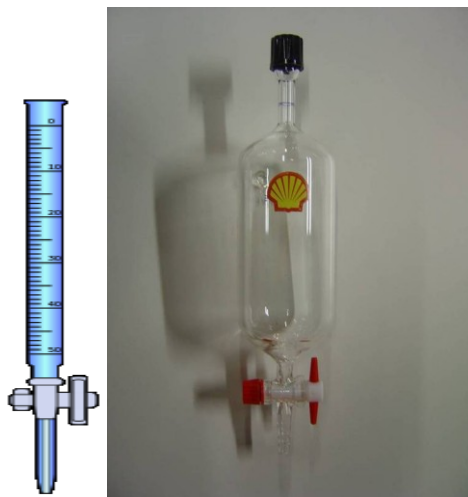
UrbanConcept: 30, 100, 250 nebo 350 ml

Palivové nádrže musí mít jasně viditelnou značku potvrzující "APAVE", certifikaci pro tlakové systémy.

APAVE: Organizace, která testuje palivové nádrže a potvrzuje jejich schopnost odolávat tlaku 5 bar. [30]

- c) Palivová nádrž musí být namontována tak, aby byla dostupná k plnění byrety o výšce cca 1m.

Byreta je skleněná trubice využívaná k přesnému odměřování kapalin Obr. 27. [31]



Obr. 27 – Byreta [31, 32]

- d) Palivová nádrž musí být namontována tak, aby její horní část byla nejméně 5 cm pod ochranným rámem.
- e) Uzávěr palivové nádrže, ať už je těsný nebo vrtaný, musí být na svém místě po celou dobu soutěže. Pro systémy používající samotížný oběh musí být vyvrtán malý otvor menší než 3 mm ve středu víčka, aby vzduch proudil do nádrže a ne palivo z ní.
- f) Zpětné palivové potrubí musí být vloženo do přívodního potrubí paliva pod palivovou nádrž.

- g)** Soutěžící musí vybavit své vozidlo palivovým potrubím, které není náchylné k expanzi, když se nachází pod tlakem (max. vnitřní průměr 8 mm). V případě potřeby při technické kontrole organizátoři poskytnou vhodné potrubí.
- h)** V případě tlakových palivových systémů musí být hadice spojující tlakovou láhev s uzávěrem palivové nádrže flexibilní.

D. Palivový systém

- a)** Účastníci musí poskytnout popis a přesný technický výkres zásobování palivem z nádrže do motoru.
- b)** Tento systém musí být navržen takovým způsobem, že musí být úplně vyprázdněný a znovu naplněný před závodem.
- c)** Vedení paliva mezi nádrží a motorem nesmí obsahovat žádné další elementy (žádné další filtry nebo ventily).
- d)** U vznětových motorů, je nutný zastavovací elektromagnetický ventil.
- e)** Každý palivový systém, včetně plovákové komory (karburátoru), musí být vybaven vypouštěcím ventilem na dně karburátoru k částečnému vypouštění komory během technické inspekce ke zjištění, že hladina paliva v nádrži klesá.
- f)** Palivový systém musí být snadno přístupný ke kontrole a měření.
- g)** Musí být možné stanovit systém zásobování paliva do atmosférického tlaku, měřením hladiny paliva. Přetlakové zařízení musí být vybaveno manometrem (tlakoměrem) a normální provozní tlak musí být zřetelný na tlakoměru.
- h)** Standardní metoda měření spotřeby paliva je podle objemové výměny spotřebovaného paliva a teploty paliva.
- i)** Na startu se naplní palivový systém a pak se celý palivový systém (včetně nádrže, vstřikovače, potrubí, karburátoru) přesně zváží. Všechny tyto prvky musí být kompaktní a snadno odnímatelné pro účely vážení. Po dokončení úspěšného chodu, celý palivový systém bude odinstalován a opět jej zváží stejné váhy. Tato manipulace s palivovým systémem, včetně montáže a demontáže z vozidla a přeprava do váhící místnosti musí být provedena příslušným členem týmu, který má platný průkaz k přístupu do garáže. Na celý proces zpracování palivového systému bude dohlížet komisař, který bude rovněž provádět vážení, u kterého bude člen týmu jako svědek.
- j)** Palivo je těkavý produkt. Z tohoto důvodu, není dovoleno, aby se uměle zvyšovala teplota palivového systému, která by vedla k vytvoření páry. Chlazení nebo mrazení paliva pod okolní teplotu je také zakázáno.

E. Vozidla používající hybridní technologii

- a) Superkondenzátor je povolen pouze pro zařízení akumulace energie u hybridních vozidel. Mechanická nebo hydraulická akumulace energie není dovolena. Použití jakékoliv baterie (akumulátoru) pro hybridní pohonný systém je zakázáno.

*Superkondenzátor je kondenzátor, který má na rozdíl od běžného kondenzátoru velmi velkou kapacitu. Superkondenzátory jsou mostem mezi kondenzátorem a akumulátorem a to díky právě speciální konstrukci a použitému elektrolytu. Napětí článku superkondenzátoru je cca 2,7V. Abychom mohli dosáhnout vyššího napětí, musíme články **Obr. 28** spojovat sériově, ale to přináší nevýhodu zmenšení kapacity při sériovém spojení kondenzátorů. [33]*



Obr. 28 - Článek superkondenzátoru [33]

- b) Tento kondenzátor musí být jediným zdrojem akumulované energie elektromotoru hnacího vozidla. Musí být elektricky izolován od baterie příslušenství vozidla.
- c) Dva konektory musí být nainstalovány bezpečně na vnější straně vozidla, aby bylo možné měření napětí na startovní čáře. Musí být označeny "Superkondenzátor napětí"
- d) Stav nabití superkondenzátoru bude zkontrolován před a po každé jízdě měřením napětí. Napětí zapsána po jízdě, musí být alespoň rovna napětí zaevidovanému před jízdou. V případě rozdílu, musí být znovu nabit spuštěním motoru až do napětí, které je rovno napětí zaevidovanému před jízdou - čas potřebný k dobití superkondenzátoru spuštěním motoru se po soutěži přidá k zaznamenané době příslušné jízdy.
- e) Příslušenství baterie lze použít k funkčnosti startéru, zapalování, vstřikovače, přístrojového vybavení, klaksonu a elektronických řídicích systémů.

- f) Celý elektrický obvod musí být správně zapojen, aby se zabránilo přetížení některé z jeho částí. Tato pojistka musí být jasně označena v technických výkresech, snadno viditelná a přístupná pro technické inspekce.

F. Startér

- a) Elektrický startér může být použit v průběhu soutěže za předpokladu, že bude fungovat pouze tehdy, když je aktivováno zapalování a palivové systémy.
- b) Musí být jasně stanoveno, že startér není jakkoliv schopen poskytnout vozidlu pohon vpřed.
- c) Startovací světla: jasně viditelná červená kontrolka, 21 W žárovka, musí být nainstalována na zadní části vozidla a musí být jasně viditelná z obou stran trati, která ohlásí jakýkoli začátek provozu motoru.
- d) V případě, že traťový komisař oznámí opakované nebo intenzivní použití elektrického startéru týmem, organizátoři si vyhrazují právo nařídít okamžitou kontrolu vozidla a nainstalovat Joule metr, aby měřil energii používanou při startování. Pokud bude zjištěn nějaký nesoulad, tým bude odpovídajícím způsobem penalizován.
- e) Na začátku musí být startovací světla zhasnuty do doby, kdy zadní kolo vozidla protne startovací čáru.

3.4.3. Elektrický pohon

A. Vozidla poháněná FUEL CELL (palivový článěk)

a) Palivový systém

- Účastníci musí poskytnout popis a přesný technický výkres zásobování palivem.
- Palivový systém musí být snadno přístupný pro kontrolu a měření.
- Palivové články musí fungovat samy. Elektřina, potřebná pro regulaci teploty, ventilátor, kompresor, elektronický systém řízení pro palivové články a elektrický motor, musí být dodány palivovým článkem a ne baterií.
- Vodíkový systém musí být navržen následovně:

Regulátor zásobníku H₂ → tlak přímo připojený k zásobníku → vypnutí nouzového ventilu, přímo připojeného k výstupu regulátoru tlaku → průtokoměr → palivové články

- Průtokoměr musí být při vstupu do palivového článku. Oba musí mít stejný tlak.

b) Vodíkové láhve

- Vozidla poháněná Fuel cell musí používat přetlakovou nádobu se stlačeným vodíkem, jak je stanoveno pořadatelem v průběhu celé akce. Pouze jedna přetlaková nádoba může být namontována na vozidle.
- Jakékoli jiné prostředky pro skladování vodíku nejsou povoleny.
- Prototypy - válce:
 - Evropa: B04 válec, 0,4 l vodíku při tlaku 200 bar
(7 cm/ 33cm) 1,4 kg
- Vozidla Urban Concept:
 - Evropa: B1 válec, 1 litr vodíku při 200 bar
(10 cm x 35 cm) 2,57 kg
a B04 válec, 0,4 l vodíku při tlaku 200 bar
(7 cm/33cm) 1,4 kg

Válce musí být na vozidle montovány pod dohledem palivového komisaře. Účastníkům není dovoleno, aby si nechávali válce přes noc u sebe. Při příjezdu na okruh, musí vedoucí družstva kontaktovat komisaře, který vše organizuje.

c) Větrání

Karoserie musí umožnit větrání v nejvyšším bodě prostoru palivových článků, otvor s minimálním rozměrem 5 cm². Další 5 cm² otvor musí být v nejvyšším bodě v prostoru pro řidiče.

d) Detektor vodíku

- Senzor vodíku musí být instalován v prostoru palivových článků, v blízkosti hlavního větracího otvoru jak je uvedeno výše. Tento detektor vodíku musí řídit vypnutí nouzového ventilu a relé uvedených níže. Úroveň vypnutí detektoru vodíku musí být nastaven na 25% dolní meze výbušnosti (dolní mez výbušnosti) vodíku, tj. 1% vodíku ve vzduchu. Zkouška bude provedena při technické přejímce.

- Reset detektoru vodíku, tj. senzoru vodíku a jeho elektroniky, je třeba provést manuálně pomocí přepínače umístěného v palivových buňkách. Tento přepínač nesmí být přístupný pro řidiče z kokpitu.

e) Nouzové vypnutí ventilu a relé

- Napájecí obvod vodíku musí být vybaven elektromagnetickým nouzovým vypínacím ventilem. Tento ventil musí být zpravidla uzavřen v nepřítomnosti elektrické energie.
- Napájení motoru musí být automaticky zastaveno, ve stejné době, kdy se aktivuje vypnutí nouzového ventilu. To by mělo být dosaženo pomocí vhodného relé.
- Tento ventil a relé musí být aktivovány u některých z následujících tří případů:
 - Prostřednictvím detekce vodíku, jak je uvedeno výše.
 - Nouzovým tlačítkem na vnější straně vozidla → červená šipka (na bílém pozadí) alespoň 10 cm dlouhá a 3 cm široká, která musí být umístěna na karoserii vozidla, aby jasně uvedla místo tohoto nouzového tlačítka. (Poznámka: Nesmí být součástí odnímatelné karoserie).
 - Prostřednictvím dalšího nouzového tlačítka, které je dostupné řidiči v jízdní poloze.
- V případě aktivace jednoho z těchto tří případů, ventil a relé musí jednat současně.
- Tyto tři případy budou testovány během technické přejímky a před každým pokusem.

f) Trubky a přípojky vodíku okruhu

- Ve všech případech, potrubí a konektory vodíkového obvodu musí být pro použití vodíku. Vedoucí týmu musí být schopen předložit v průběhu technické kontroly technické listy od výrobce těchto potrubí a konektorů, aby prokázal, že jsou vhodné pro použití vodíku.
Doporučuje se použití PTFE (polytetrafluoretylen), teflonové potrubí. PU hadice by neměly být používány.
- Je-li tlak ve vodíkovém obvodu větší než 1,5 bar, potrubí musí být vyrobeno z oceli a konektory, musí být šroubovací.
- Je-li tlak ve vodíkovém obvodu menší než 1,5 bar, jsou akceptovány flexibilní potrubí a šroubovací konektory.

- PTFE těsnicí páska se nesmí používat, protože může dojít k poškození průtokoměru. V každém případě jsou účastníci odpovědní za poškození průtokoměru kvůli špatnému připojení.

g) Vyčištění potrubí

Je-li potřeba vyčištění potrubí, musí být jeho konec mimo vozidlo.

h) Měření

- Spotřeba vodíku se měří vloženým průtokoměrem. Průtokoměr bude kontrolován / kalibrován organizátory před technickou kontrolou.
- Průtokoměr musí být zakoupen od organizátorů.
- Objem spotřebovaného vodíku se uvádí v litrech. Na displeji průtokoměru to musí být snadno čitelné z vnějšku vozidla, když je vůz uzavřen.
- Sériové číslo na průtokoměru vodíku nesmí být zakryto nebo odstraněno.

i) Kyslík a vzduchové rezervy

j) Superkondenzátory

- Pokud je vložené elektrické akumulární zařízení součástí napájení, musí být typu kondenzátoru, superkondenzátoru. Jiné typy elektrického zařízení (Pb, NiMh baterie) jsou zakázány.
- Bude se kontrolovat stav nabití superkondenzátoru před a po každé jízdě měřením. Dva měřicí body (superkondenzátor napětí + a - označená "Super kondenzátor napětí"), musí být nainstalován mimo vozidlo, aby měření napětí mohlo být na startovní čáře.
- Napětí zapsána při spuštění vozidla musí být stejná, jako napětí registrované před jízdou. V případě, že tomu tak není, musí se znovu nabít palivový článek superkondenzátoru, dokud jeho napětí je stejné jako napětí registrované před jízdou.
- Maximální napětí superkondenzátoru nesmí překročit 60 V.

k) Externí startovací baterie

- Externí baterie lze použít na startovací čáře spuštěním systému palivových článků. Jakmile se vozidlo začne pohybovat, musí být baterie odpojena.
- Pokud je použita externí baterie, musí být dva konektory umístěny mimo vozidlo, které umožní rychlý systém připojení a palivové články spustí na startovací čáře. Tyto vnější konektory musí být bezpečně připevněny k vozidlu.

- Jsou povinné pro napájení detektoru vodíku, klaksonu a příslušenství, nouzového vypnutí ventilu, relé a světelného systému pro vozidla Urban koncept.

l) Elektrický obvod / Elektronika

- Všechny vodiče spojené s příslušenstvím obvodu akumulátoru musí být jasně odlišeny od pohonného systému dvěma barvami, kladné oranžovou a negativní fialovou barvou. Všechny ostatní kabeláže musí mít jinou barvu kromě oranžové nebo fialové.
- Pojistka musí být nainstalována na kladný pól palivových článků.
- Pojistka superkondenzátoru musí být nainstalována na kladný pól.

m) Ostatní příslušenství

Kompresory, ventilátory a chladiče musí být poháněny palivovým článkem nebo superkondenzátorem, nikoliv baterií.

B. Baterie elektromobilů

- Elektromobil může mít jen jedno elektrické úložné zařízení, ale i dva elektromotory s ovládacími jednotkami. Elektrické motory mohou být koupené nebo koupené a upravené.
- Jsou povoleny Lithium-Ionové baterie.
- Vozidlo musí být vybaveno systémem řízení baterií (BMS).
Jakékoliv BMS pro pohonné baterie musí poskytovat automatickou izolaci této baterie.
- Lithium-Ion baterie a všechny obvody příslušenství viz 2.4.1. E a)
- Příslušenství baterií viz 2.4.1. E b)
- Solární články mohou být integrovány do vozidla elektrického obvodu. Pokud jsou solární články použity, musí splňovat následující požadavky:
 - Solární články musí být plně integrovány do přirozeného obrysu těla vozidla. Nesmějí tvořit samostatnou strukturu nebo být součástí jakéhokoli jiné struktury vyčnívající z vozidla. To bude kontrolováno během technické přejímky na závodech.

- Maximální napětí v každém bodě, v každém obvodu, regulátoru nesmí být větší než 60V.
 - U prototypu musí celkový kombinovaný povrch solárních článků být nižší, než $0,17 \text{ m}^2$ (např. 10 buněk $161 \times 161 \text{ cm}^2$ nebo 7 buněk $232 \times 232 \text{ cm}^2$).
 - Pro UrbanConcept musí být celkový kombinovaný povrch solárních článků menší než $0,65 \text{ m}^2$ (např. 40 buněk $161 \times 161 \text{ cm}^2$ nebo 27 buněk $232 \times 232 \text{ cm}^2$).
 - Výkon solárních článků se bude měřit pomocí Joule metru. Joule metr bude zapojen v elektrickém obvodu vozidla.
- g)** Výpočet výsledku závodu (vyjádřeno v km/ kWh) se zakládá na čisté pohonné energii dodané pouze baterií, bez energie ze solárních článků, tj. čistý pohon energii = motor pohonu energie - solární energie. Množství solární energie použité v tomto výpočtu bude omezeno na ne více než 20% energie pohonu motoru, která je spotřebovaná při jízdě. Účastníci jsou povinni předložit elektrická schémata na technické inspekci.
- h)** Všechny baterie musí být umístěny vně prostoru pro řidiče za přepážkou a pevně uchyceny. Šňůry nebo jiné elastické materiály, nejsou povoleny pro zajištění baterie.
- i)** Všechna vozidla musí být vybavena jedním Joule metrem, který se bude nacházet mezi baterií a motorem, pokud je vůz vybaven solárními články, druhý Joule metr bude pro solární výkon.
- j)** Pořadatel poskytne Joule metr(y) po celou dobu konání akce.
- k)** Joule metr (y) musí být umístěn tak, aby šel displej přečíst snadno z vnější strany vozidla.
- l)** Joule metr nesmí být přístupný pro řidiče v jeho normální jízdní poloze.
- m)** Všechny elektrické obvody musí být chráněny.
- n)** Na startovní čáře budou komisaři resetovat Joule metr(y) na nulu.
- o)** V cíli bude komisař zapisovat displej Joule metru.
- p)** Veškeré " elektromobily ", které úspěšně dokončí závod, budou klasifikovány v sestupném pořadí podle spotřeby paliva, vyjádřená v km / kWh.

3.5. Ocenění, ceny

	Amerika, Asie	Evropa	
Shell FuelSave benzín vítěz	\$ 2 000	€ 1 500	Peněžní cena, pohár (Obr. 28) slavnostní předání na pódiu vítězů
Shell FuelSave benzín řidič	\$ 1 000	€ 750	Peněžní cena, certifikát
Shell FuelSave benzín 3. místo	\$ 500	€ 375	Peněžní cena, certifikát
Shell FuelSave diesel vítěz	\$ 2 000	€ 1 500	Peněžní cena, pohár, slavnostní předání na pódiu vítězů
Shell FuelSave diesel řidič	\$ 1 000	€ 750	Peněžní cena, certifikát
Shell FuelSave diesel 3. místo	\$ 500	€ 375	Peněžní cena, certifikát
Alternativní palivo /E100 + GTL/ vítěz	\$ 2 000	€ 1500	Peněžní cena, pohár, slavnostní předání na pódiu vítězů
Alternativní palivo řidič	\$ 1 000	€ 750	Peněžní cena, certifikát
Alternativní palivo 3. místo	\$ 500	€ 375	Peněžní cena, certifikát
Baterie /elektrické/ vítěz	\$ 2 000	€ 1 500	Peněžní cena, pohár, slavnostní předání na pódiu vítězů
Baterie řidič	\$ 1 000	€ 750	Peněžní cena, certifikát
Baterie 3. místo	\$ 500	€ 375	Peněžní cena, certifikát
Hydrogen /vodíkové / vítěz	\$ 2000	€ 1 500	Peněžní cena, pohár, slavnostní předání na pódiu vítězů
Hydrogen řidič	\$ 1 000	€ 750	Peněžní cena, certifikát
Hydrogen 3. místo	\$ 500	€ 375	Peněžní cena, certifikát

3.5.1. Ceny



Obr. 29 - Poháry soutěže [34]

Zúčastněné týmy se mohou rozhodnout, zda požádají o ocenění, mohou žádat o cenu ve dvou, maximálně ve třech kategoriích, pokud je jednou z nich cena za bezpečnost.

Ocenění musí být relevantní pro jejich vztah k práci prováděné na projektu Shell Eco - marathonu. Předchozí výherci, kteří se již soutěže zúčastnili, musí mít podání zřetelně odlišné od jejich předchozího vítězného podání.

Soutěžící musí dbát na přesné požadavky a pravidla soutěže, která zahrnuje požadavky na aplikace, lhůty pro podání, normy a specifické formy, podmínky a dalších relevantní informace.

Všechny týmy, které se dostanou do užšího výběru, musí být schopny předložit porotcům důkladnější dokumentaci a odpovědět na doplňující otázky, které mají potvrdit důkladnou znalost předloženého problému a otestovat podrobněji znalosti.

Týmy nemohou zažádat o cenu za vytrvalost a fair play.

Ceny	Amerika a Asie	Evropa
Cena za komunikaci	\$ 2 000	€ 1 500
Shell Helix Tribologie	\$ 2 000	€ 1 500
Cena za design vozu	\$ 2 000	€ 1500
Cena za technickou inovaci	\$ 2 000	€ 1 500
Cena za bezpečnost	\$ 2 000	€ 1500
Cena za vytrvalost a fair play	\$ 2 000	€ 1500

3.5.1.1. Cena za komunikaci

a) Cíl

Tým musí mít co nejvíce působivou komunikační kampaň, ve které prokáže své znalosti o energetické budoucnosti. Shell Eco-marathon posuzuje roli studentů jako inovátorů budoucích energetických zdrojů a řešení mobility.

b) Přehled

Zúčastněné týmy jsou povinny rozvíjet, provozovat a vyhodnocovat kreativní komunikační kampaň pod titulkem "Shell Eco-marathon". Týmy by měly zvážit všechny dostupné mediální kanály pro svou kampaň a zvolit ten nejefektivnější (tisk, rozhlas, TV, YouTube, sociální média, události, blogy, atd.)

Vítěz bude vybrán podle kvality obsahu kampaně, kreativitou kampaně a dopadem komunikační kampaně (tj. dojmy médií, názory na YouTube a Facebooku apod). Komunikační kampaň musí být zahájena, spuštěna a dokončena před lhůtou pro podání nabídek pro tuto cenu. Aby měl tým nárok na tuto cenu, vítězný tým musí úspěšně projít technickou kontrolou.

c) Jak se zúčastnit

Účast v této soutěži je dobrovolná. Týmy, které mají zájem vyhrát cenu za komunikaci, musí podat žádost. Tato aplikace se skládá ze tří částí předložených organizátorům ve stanovené lhůtě a musí obsahovat:

- **Komunikační plán** - Pdf dokument obsahující ne více než 500 slov s vysvětlením zahrnujícím nápad, cíl, strategii a časovou osu komunikační kampaně.
- **Realizace** - Pdf dokument, který obsahuje více než 1500 slov vysvětlující všechny prvky obsahu komunikace kampaně, metody a používané techniky.
- **Analýza dopadů** - Pdf dokument obsahující ne více než 250 slov hodnotící úspěch komunikační kampaně plus kopií jakékoliv činnosti kampaně např.:
 1. Rozhlasové a televizní klipy
 2. Video z YouTube
 3. Výstřižky z novin
 4. Fotografie událostí, záznamy, plakáty, atd.
 5. Oblíbenost na Facebooku
 6. Webové stránky, blogy apod.

3.5.1.2. Cena SHELL HELIX TRIBOLOGIE

a) Cíl

Toto ocenění si klade za cíl podporovat soutěžící týmy při zkoumání možného zvýšení účinnosti paliva s využitím maziv pro jejich vozidla. Jedná se o platformu jak aplikovat tribologii pro správu tření ve všech částech vozidla a dále zlepšit výkon vozu na trati.

Tribologie je vědecký obor, zabývající se procesy tření, opotřebení a mazání. Při vzájemném pohybu dvou nebo více materiálů, popřípadě při interakci materiálu s prostředím dochází ke ztrátě materiálu z povrchu, což je proces známý jako opotřebení. Hlavní typy opotřebení jsou odírání, tření (přilnavost a soudržnost), eroze a koroze. Opotřebení lze minimalizovat povrchovou úpravou pevných látek nebo pomocí maziv (pro kluzné nebo valivé opotřebení). Tribologie se uplatňuje při návrhu ložisek, pístových motorů a dalších strojů. Správně zvolená povrchová úprava a mazání snižují tření pevných částí až na nulu, což minimalizuje opotřebení a výrazně snižuje spotřebu energie. [35]

b) Přehled

Týmy budou muset popsat a prokázat, které akce byly provedeny a jakým způsobem, jaké proběhly experimenty a simulace pro zlepšení účinnosti paliva u svého vozidla pomocí zásad mazání. Týmy užšího výběru na cenu budou muset předložit doklad o jejich provedení porotě a při rozhovoru upřesnit výsledky své zprávy. Aby tým měl nárok na tuto cenu, musí mít alespoň jeden platný pokus v soutěži, tzn. tým musí mít výsledek na výsledkové tabuli. Posuzování kritérií pro toto ocenění jsou následující:

- Kvantifikace dopadu mazání na výkon vozidla
- Změna technických návrhů v důsledku působení tribologického dopadu
- Aplikace počítačového modelování anebo výpočty k určení tření motoru / vozidla
- Maximalizace úspory paliva pro všechny lubrikované díly
- Posouzení výběru a designu maziva
- Demonstrace a koncepce konstrukčních limitů
- Posouzení bezpečnosti a životního prostředí

3.5.1.3. Cena za design vozidla

a) Cíl

Tato cena je udělována za inovativní design a provedení a bude udělena týmu, který představí nejoriginálnější vozidlo z hlediska ergonomie, estetiky, výběru materiálů, technické proveditelnosti a přístupu k ekologii. Každé z těchto pěti kritérií bude mít stejnou váhu při rozhodování poroty.

b) Přehled

Týmy musí mít dokumentaci k designu, která zahrnuje faktory, které počítají s případnými problémy a musí poskytnout řešení, pokud by se vyskytly během výrobního procesu vozidla. Fotografie, výkresy anebo animace musí být zahrnuty pro ilustraci celého procesu.

Týmy, které se dostaly do užšího výběru pro ocenění, budou navštíveny porotci a během akce musí být schopny odpovědět na další otázky a prezentovat své vozidlo. Aby tým měl nárok na tuto cenu, musí mít alespoň jeden platný pokus v soutěži, tzn. tým musí mít výsledek na výsledkové tabuli.

c) Jak se zúčastnit

Přihlášení se o tuto cenu je dobrovolné. Tým, který by chtěl tuto cenu získat, musí vyplnit formulář, který nebude obsahovat více než 1500 slov plus fotografie, dokumenty, kresby a animace.

3.5.1.4. Cena za technickou inovaci

a) Cíl

Toto ocenění je uděleno týmu, který prokáže vynikající technickou vynalézavost spolu s optimálním využitím nových materiálů, součástek a inovací hnacího ústrojí, podvozku, kapoty, vybavení a pneumatik.

b) Přehled

Týmy budou muset vysvětlit svůj inovativní koncept, jeho funkci, přínos a možnostmi, které skýtá pro reálnou aplikaci. Týmům se důrazně doporučuje, aby braly v úvahu duševní vlastnictví a vyhledali odbornou pomoc při jeho ochraně prostřednictvím patentů nebo ochranných známek ještě před zveřejněním.

Aby tým měl nárok na tuto cenu, musí mít alespoň jeden platný pokus v soutěži, tzn. tým musí mít výsledek na výsledkové tabuli.

c) Jak se zúčastnit

Přihlášení se o tuto cenu je dobrovolné. Tým, který by chtěl tuto cenu získat, musí vyplnit formulář, který nebude obsahovat více než 1500 slov plus fotografie, dokumenty, kresby a animace.

3.5.1.5. Cena za bezpečnost

a) Záměr

Tato cena zdůrazňuje důležitost konstrukční, procesové a průběhové bezpečnosti v během celého programu Shell eco-marathonu a povzbuzuje všechny účastníci se týmy, aby vykonávali vše v souladu všech bezpečnostních pravidel. Zaměřuje se také na bezpečnost všech používaných nástrojů a nářadí.

b) Přehled

Aby tým mohl získat tuto cenu, musí prokázat a dodržovat po celou dobu soutěže všechny předepsané bezpečnostní pravidla a musí je dodržovat během soutěže i během manufakturního procesu. Tým musí zaručit bezpečnost, nejen členům týmu, ale i všem ostatním soutěžícím, porotcům i přihlížejícím divákům. Tým musí také absolvovat bez závad technickou prověrku.

c) Jak se zúčastnit

Přihlášení se o tuto cenu je dobrovolné. Tým, který by chtěl tuto cenu získat, musí vyplnit formulář, který nebude obsahovat více než 1500 slov plus fotografie, dokumenty, kresby a animace.

3.5.1.6. Cena za vytrvalost a fair play

Zaměřuje se také na bezpečnost všech používaných nástrojů a nářadí.

Toto ocenění je uděleno týmu, který podle názoru organizátorů symbolizuje nejlépe hodnotu této události prostřednictvím svých akcí, které lze zahrnout:

- překonání velké překážky, aby se mohl zúčastnit Shell Eco-marathonu
- zvládnutí výjimečného problému během účasti Shell Eco-marathonu
- podpora dalších účastníků, kterým pomohou překonat značné problémy nebo překážky
- udržení dobré nálady, vynikající odolnost, odhodlání a vynalézavost.

4. VLASTNÍ NÁVRH

V této kapitole je nastíněn jeden ze způsobů, kterým by se výzkum studentů, vedený pod značkou StudentCar, v budoucnosti mohl vyvíjet. Je zaměřen na vývoj prototypu hybridního vozidla pod záštitou Eco Shell maratonu.

Při navrhování prototypu jsem si vybral hybridní automobil, protože auta s hybridním pohonem jsou ekologičtější než klasické automobily a mají nižší spotřebu než automobily s klasickým spalovacím motorem.

Pod označením „hybridní motor“ se obvykle rozumějí spalovací motory kombinované s elektromotory. Elektromotor pracuje obousměrně, jednak jako motor, kdy převádí elektrickou energii z baterie na energii mechanickou, a pak také jako generátor, kdy je mechanická energie transformována zpět na energii elektrickou, akumulovanou v baterii. Spalovacímu motoru menšího objemu je v případě potřeby, například při akceleraci, vypomáháno elektromotorem.[36]

V okamžiku, kdy vůz disponuje velkou kinetickou, setrvačnou, případně potenciální energií, která není v daný moment k užítku, a které se běžně zbavujeme brzděním, začíná pracovat elektromotor jako generátor, který brzdí vozidlo a zároveň dobíjí baterii. U běžných automobilů se tato energie odvádí bez užítku z brzd do okolí v podobě tepla. Hybridním pohonem se optimalizuje režim spalovacího motoru, který má při vyšší zátěži vyšší spotřebu a větší emise a zároveň se využívá běžně ztracená energie. Jednoduše řečeno, hybridní motor hospodáří s energií během jízdy.[36]

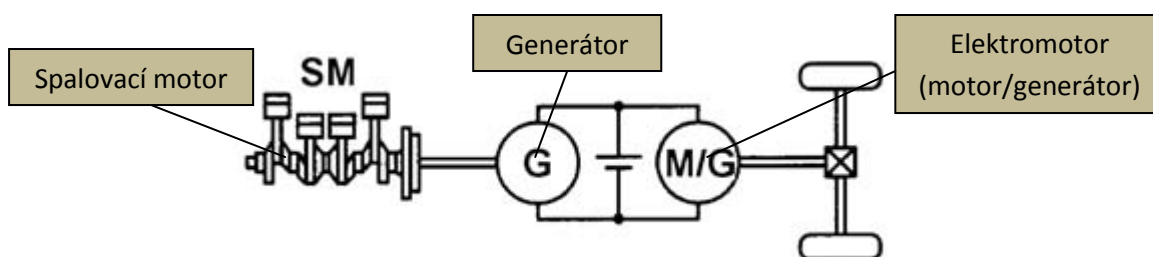
U hybridního pohonu lze využívat výhody jednotlivých pohonů. U elektropohonu nízkou hlučnost, žádné výfukové zplodiny a vysokou účinnost elektromotoru (asi 90 %). U pohonu spalovacím motorem velký dojezd vozidla, v střední a vyšší oblasti otáček vysoký točivý moment a možnost jízdy vysokou rychlostí. Mezi největší výhodu tohoto kombinovaného pohonu patří možnost využití jednotlivých pohonů v oblasti nejvyšší účinnosti, čímž se zajišťuje snížení spotřeby energie. Nevýhodou pohonu jsou vysoké pořizovací náklady, zvýšení hmotnosti vozidla o hmotnost akumulátoru a zmenšení úložných prostor ve vozidle.

Nezávisle na různém uspořádání převodu a spojek lze podle toku výkonu rozdělit hybridní pohon na tři základní koncepce.

Paralelní hybrid znamená schopnost auta jet ve třech různých módech: čistě na elektřinu, čistě na spalovací motor anebo na kombinaci obojího.

Plug-in hybrid můžeme připojit do zásuvky a jeho baterii tak dobít. Plug-in hybrid obvykle vydrží jezdit čistě na elektřinu déle, než běžné plné hybridy.

Sériové hybridy viz **Obr. 30**. Spalovací motor v takových autech slouží pouze jako generátor elektřiny pro elektromotory. Benzinový či naftový motor potom nepohání kola, ale pouze vyrábí elektřinu.



Obr. 30 - Sériové uspořádání hybridního motoru [36]

Pro elektrické stroje značí údaj M nebo G možnost motorického nebo generátorového druhu provozu. Mechanické spojení spalovacího motoru pro pohon vozidla při sériovém uspořádání je možné při konstantních otáčkách jen v optimálním režimu provozu, vzhledem k účinnosti a emisím výfuku. Spalovací motor může být provozován ve velmi úzkém rozsahu otáček, nebo dokonce jen při jedné otáčce. Tím odpadají nevhodné režimy pracovní charakteristiky, jako je volnoběh nebo spodní rozsah částečných zatížení, motor tedy může být nastaven na optimální pracovní rozsah s nejvyšší účinností. Jestliže akumulátory nemohou pokrýt momentální potřebu energie, je spalovací motor automaticky nastartován. Naproti výhodě sériového uspořádání je nevýhoda vícenásobné přeměny energie. Vzhledem k účinnosti nabití akumulátoru je mechanická účinnost mezi spalovacím motorem a hnanou nápravou s těžší větší než 55 %.[36]

Při navrhování konstrukce a plánování vozidla musíme dbát na dodržování všech aspektů bezpečnosti.

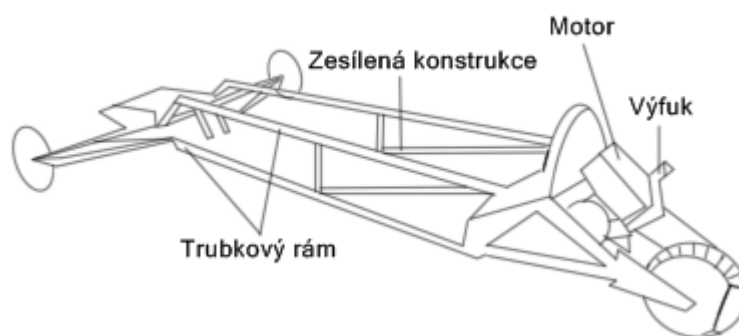
Návrh vozidla:

- 3 kola
- Okna – polykarbonát „lexan“
- Pevná podlaha, vozidlo plně zakryto

- Hliníková karoserie pro nízkou měrnou hmotnost $2\,700\text{ kg/m}^3$, dobrou tvárnost a vysokou odolnost proti korozi, jako alternativu ke konvenční oceli. Hmotnost by sice klesla o třetinu za použití čistě hliníkové karoserie, ale snížila by se výrazně její tuhost. Pro dosažení, co nejvíce sportovního vozu a snížení hmotnosti prototypu, povrchové hliníkové díly můžeme nahradit díly z plastů vyztuženého karbonovými vlákny (CFRP- Carbon-fiber-reinforced polymer).
- Hybridní pohon: kombinace spalovacího motoru s elektromotorem a akumulátorem. Při jízdě na krátké vzdálenosti je poháněn stejnosměrným točivým strojem. Stroj se napájí jako elektromotor elektrickou energií z akumulátoru.
Mezi největší výhodu tohoto kombinovaného pohonu patří možnost využití jednotlivých pohonů v oblasti nejvyšší účinnosti, čímž se zajišťuje snížení spotřeby energie.

Technologie start/stop - kdykoliv auto zastaví, systém vypne motor, a šetří tak palivo.

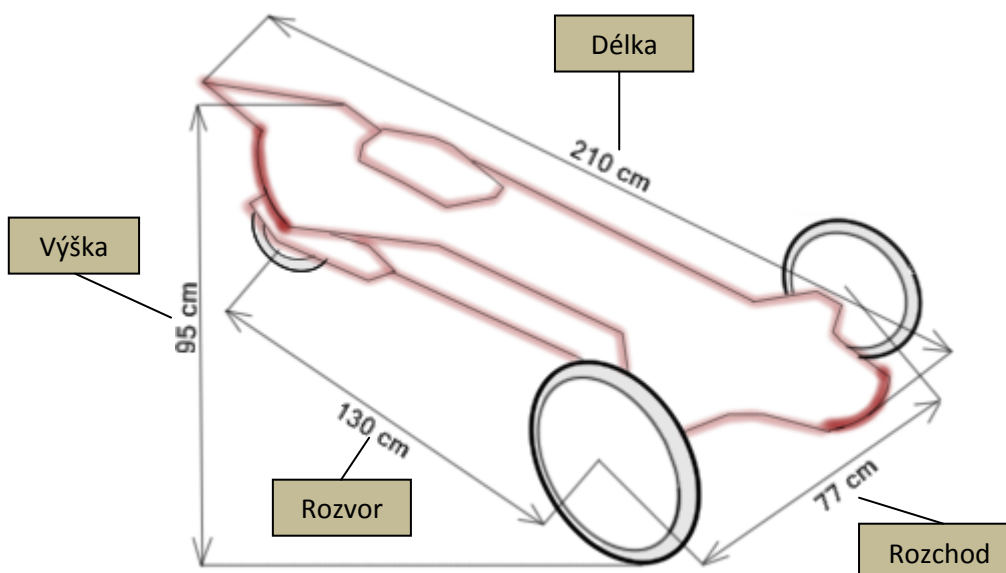
- Podvozek s ochranným obloukem – trubkový rám z ocelového profilu



Obr. 31 - Rám vozidla

- Základem vozidla je trubkový rám **Obr. 31**, který spojuje a udržuje jednotlivé části hnacího ústrojí a zbylé části vozidla. Jeho zesílená konstrukce zajišťuje bezpečnost posádky vozidla.
- Zajištěna dostatečná viditelnost - plný výhled dopředu a 90° na každou stranu od podélné osy vozidla
- Převodovka – šestistupňová s elektromagnetickým řazením, které je ovládáno tlačítky umístěných na volantu

- Brzdy – kotoučové na všech nápravách
- Poloměr otáčení a řízení – k řízení využívána jen přední kola, poloměr otáčení musí být dostatečný pro bezpečné předjíždění (poloměr minimálního otáčení na 8m)
- Výfuk – musí splňovat novou emisní normu EURO VI (2014)
- Pneumatiky a ráfky
Pneumatiky s nízkým valivým odporem. Nižší valivý odpor pneumatiky sníží ztráty energie a vytváření tepla v různých komponentech pneumatik. To může efektivně snížit množství energie, které musí motor automobilu vytvořit a tím dochází k nižší spotřebě pohonných hmot.
- Bezpečnostní pásy s homologací FIA (francouzsky Fédération Internationale de l'Automobile je mezinárodní automobilová organizace sdružující jednotlivé národní automobilové organizace).
- Označení k zpřístupnění vozidla zvenčí červenou šipkou a spouštěcí mechanismus snadno ovladatelný zevnitř
- Klakson - musí vydávat zvuk vyšší než 85dB při měření 4 m od vozidla, výška tónu klaksonu musí být větší než 420 Hz
- Hasicí přístroj typu ABC nebo AB
- Hladina hluku - nesmí přesáhnout 90 dB při měření 4 m od vozidla
- Rozměry **Obr.31** :



Obr. 32 - Rozměry vozidla

5. ZÁVĚR

Očekává se, že v roce 2050 bude žít na naší planetě 9 miliard lidí, a proto bude poptávka po energiích dvojnásobná. Proto potřebujeme najít inovativní cestu, jak ušetřit energií co nejvhodnějším způsobem. Shell Eco-marathon je viditelnou ukázkou závazku společnosti Shell pomoci světu naplnit rostoucí energetické potřeby zodpovědným způsobem, a to díky spolupráci se studenty a partnery na celém světě.

Shell Eco-marathon spojuje osobnosti současnosti i budoucnosti a všechny ty, kteří jsou odhodlaní najít udržitelná řešení pro energetické výzvy současného světa. Shell Eco marathon inspiruje mladé lidi, jak dosáhnout co nejvyšší efektivity v dopravě. Tato soutěž dává příležitost studentům z celého světa, aby postavili a sestrojili co nejefektivnější a co nejúspornější auto. Je to příležitost, jak v budoucnu využít alternativní palivo a pokročilé technologie.

Rostoucí počet vozidel v kategorii Urban Concept ukazuje, že se studenti snaží zaměřovat na konstrukci vozidel, která jsou blíže reálnému provozu na silnicích. Zároveň však také stále více hledají nové cesty pro alternativní zdroje pohonu.

Rok 2014 je velkou příležitostí k využití a rozšíření technických inovací. Jedním z příkladů může být elektrický automobil, na jehož zdokonalování pracují automobilové společnosti. Týmy těchto společností se snaží vytvořit vlastní elektrický zdroj.

Nejvyšší prioritou Shellu je bezpečnost. Proto jsou pravidla zaměřena především na zvýšení bezpečnosti řidiče. V tomto roce musí mít všechna vozidla zpevněný podvozek, který řidiče chrání. Od letošního roku se také zpřísnila pravidla týkající se dokumentace před akcí i během samotné soutěže. Od roku 2015 musí mít všechna vozidla typu Prototyp zpevněnou celou karoserii, která musí být velmi pečlivě vyměřena a zdokumentována. Otevřená karoserie vozidla již nebude povolena.

Oficiální pravidla Shell Eco-marathon jsou navržena tak, aby byly umožněny bezpečné, technicky spolehlivé a spravedlivé soutěže ve všech třech akcích v Severní a Jižní Americe, Evropě a Asii.

Seznam literatury, zdroje

[1] Pravidla Shell Eco-marathon [online], Aktualizováno 2. 1. 2014 [cit. 2014-01-02, 11:22 EST], dostupné z <http://www.shell.com/global/enviroment-society/ecomarathon.html>

[2] [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ4qEgKPGg0gObCV2gSjcTnjY9Vfo1NsGsITcRsOljKt764_O6zZg

[3] [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTkM9wiHbFEI7UIWNmnK59wPW_E_GsITs37UKbbPg6Iq36CLeU8

[4] [online]. [cit. 2014-04-3]. Dostupné z: <http://s03.static-shell.com/content/dam/shell-new/local/corporate/ecomarathon/downloads/pdf/europe/sem-europe-rules-chapter-2-210214.pdf>

[5] [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSESPx6ZVrMQJnmKg1wuURqzU947XjYGiKbDFKIYriTnGT1NcdXQw>

[6] [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcREAYrVeHKkpzKuxRUViEf__1R7QZXSvxCvbJFBdSr2FEs8qhp0uw

[7] [online]. [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTqse0UuwQXnRWDjY9JveaZ4vIDpop04XNIsIVT28xrm_TQgWEY

[8] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSZSFW3KBtawiFB6YzxID3pAWS8QRG2pfP7_ApKLdta-_yJ8M_q9IN6G3Gb

[9] [online]. [cit. 2014-03-30]. Dostupné z: http://images.autozine.eu/text/636_10357_300.jpg

[10] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTL6AT9vPJzbLTb4Mbmd82WPfioRqEEsQTK8cyy nZ_gmd-cr41BWQ

[11] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRBMkElEsrU_rOJq0URowXqfVlyWJAKXSOM66NUqXLW6pzQ4IwKyg

[12] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQcTdRiVWWbJCx5Hx3VY0rGPZilTGAu69XjYVUs7y0pck2302npgg>

[13] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <http://www.bmshop.eu/hasici-pristroj-praskovy-abc-1kg/>

[14] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: http://blogs.voanews.com/photos/files/2011/07/ap_malaysia_shell_eco_marathon_07Jul11-878x568.jpg

[15] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4. Str.283

[16] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4. Str.244

[17] [online]. [cit. 2014-04-12]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTNp0EXhAr8IU6DKRdrEnOcfneBEoj-6kYtPbCRf8wIWgPufHMzYA>

[18] [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://mightymuzik.com/wordpress/wp-content/uploads/2012/12/push-button1.jpg>

[19] [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSAUntQ_nazrFrp1mJu9RCLQemPm3Q-CA3ZjBd6qpT3gpOizVSe

[20] [online]. [cit. 2014-04-16]. Dostupné z: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/b7/Wheelbase001.png/220px-Wheelbase001.png>

[21] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4. Str. 390

[22] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4. Str. 459

[23] VLK, František. *Automobilová technická příručka*. 1. vyd. Brno: Prof.Ing.František Vlk, DrSc., 2003, 791 s. ISBN 80-238-9681-4.

[24] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://autoservis.femat.cz/data/kotoucova-brzda.png>

[25] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://autoservis.femat.cz/data/bubnova-brzda.png>

[26] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z:
https://encryptedtbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ4ZhJPIDx_fLk4KmCJC1QymCqy7YaoyY9EI28MNITQfkDod0rprA

[27] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z:
http://www.schluckspecht.net/uploads/images/inhalt/Safety_2011/frame_cad_complete.JPG

[28] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.shell.cz/products-services/on-the-road/shell-fuel-card-for-businesses-tpkg/network-and-fuels/shell-quality-fuels/shell-fuelsave-unleaded.html>

[29] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRLB3-xGIYR2zRk62h74chxdCKY-SdHvbiygWpZtAMwKHV5e3Qz4g>

[30] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2004-04-212-224.pdf>. VLK, František.

[31] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Byreta>

[32] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://s06.static-shell.com/content/dam/shell/static/ecomarathon/downloads/2011/americas/250-ml-fuel-tank.jpg>

[33] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z:

http://www.elektronovinky.cz/sites/default/files/styles/frontend-big-thumb/public/superkondenzator_0.png

[34] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.shell.com/global/environment-society/ecomarathon.html>

[35] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Tribologie>

[36] [online]. [cit. 2014-04-11]. Dostupné z: <http://www.sinz.cz/archiv/docs/si-2004-04-212-224.pdf>. VLK, František.

Seznam obrázků:

Obr. 1 - Identifikace závodního vozidla [1].....	4
Obr. 2 - Start soutěže Shell Eco-marathon [2].....	8
Obr. 3 - Soutěžní dráha v Rotterdamu [3].....	8
Obr. 4 - Prototyp a Urban Concept [5].....	9
Obr. 5 - Ochranný rám a pozice řidiče [6].....	11
Obr. 6 - Motor vozidla [7].....	12
Obr. 7 - Příklad výhledu řidiče z prostoru vozidla [8].....	12
Obr. 8 - Viditelnost řidiče, zpětná zrcátka [9].....	13
Obr. 9 - Bezpečnostní pásy pro řidiče [10].....	13
Obr. 10 - Bezpečnostní pásy FIA [11].....	14
Obr. 11 - Elektrický klakson [12].....	15
Obr. 12 - Hasicí přístroj práškový typu ABC [13].....	16
Obr. 13 - Pozice řidiče [14].....	16
Obr. 14 - Kotoučová suchá spojka [15].....	17
Obr. 15 - Výfukový systém: [16].....	17
Obr. 16 - Měřič hluku [17].....	18
Obr. 17 - Tlačítko nouzového vypnutí [18].....	20
Obr. 18 – Prototyp [19].....	21
Obr. 19 - Rozvor [20].....	21
Obr. 20 - Hlavní části pneumatiky [21].....	22
Obr. 21 - Typy poloměru rejdu [22].....	23
Obr. 22 - Kotoučová brzda [24] :.....	25
Obr. 23 - Bubnová brzda [25]:.....	25
Obr. 24 - Vozidlo typu Urban Concept [26].....	26
Obr. 25 - Rozměry UrbanConcept [27].....	27
Obr. 26 - Joule metr [29].....	31
Obr. 27 – Byreta [31, 32].....	34
Obr. 28 - Článek superkondenzátoru [33].....	36
Obr. 29 - Poháry soutěže [34].....	44
Obr. 30 - Sériové uspořádání hybridního motoru [36].....	50
Obr. 31 - Rám vozidla.....	51
Obr. 32 - Rozměry vozidla.....	52